

LATVIJAS UNIVERSITĀTE

Pedagoģijas, psiholoģijas un mākslas fakultāte

Liena Hačatrjana

Komplekso problēmu risināšanas prasmju saistība ar kognitīvajām spējām un vadības funkcijām skolēniem 16-19 gadu vecumā

Promocijas darbs psiholoģijas doktora grāda iegūšanai psiholoģijas zinātņu nozarē
vispārīgās psiholoģijas apakšnozarē

Darba zinātniskā vadītāja:
prof. Dr. psych. Malgožata Raščevska

Rīga 2017

Pateicība

Vislielāko pateicību par iedvesmošanu un augsta kvalitātes standarta uzstādīšanu vēlos teikt mana darba zinātniskajai vadītājai profesorei Malgožatai Raščevskai, kuras vadībā jau desmit gadu garumā psiholoģijas studiju ietvaros esmu gatavojusi dažādus pētnieciskos darbus, bakalaura, maģistra darbu un doktora disertāciju. Profesore man allaž bijis kā paraugs zinātniskai attieksmei pret pētniecību un darba ieguldīšanu, lai sasniegtu savus mērķus. Paldies par rūpīgu iedziļināšanos visās promocijas darba detaļās, noslīpējot disertāciju no sākuma līdz beigām. Prof. Raščevska vienmēr veltījusi laiku un enerģiju, lai iedziļinātos un palīdzētu tikt galā ar grūtākiem darba izstrādes posmiem.

Vēlos izteikt pateicību visiem Latvijas Universitātes Psiholoģijas nodaļas pasniedzējiem, kas doktorantūras studiju procesā un promocijas darba izstrādes gaitā ir ieguldījuši savu laiku, snieguši savu viedokli, komentārus un ieteikumus promocijas darba attīstīšanai, īpaši profesorei Sandrai Sebrei, profesoram Ivaram Austeram un asociētajam profesoram Aleksandram Koļesovam.

Disertācijas izstrādes laikā, adaptējot un lietojot komplekso problēmu risināšanas testu MicroFIN ļoti būtisku un nesavtīgu atbalstu, ieguldot savu laiku, zināšanas un prasmes sniedza Luksemburgas universitātes doktors *Andre Kretzschmar*.

Vēlos izteikt pateicību Madonas novada skolām, skolu direktoriem un skolotājiem par iesaistīšanos pētījuma empīriskajā daļā, un par organizatorisku atbalstu: Madonas Valsts ģimnāzijai, Madonas 1.vidusskolai un Madonas 2.vidusskolai. Paldies Madonas novada pašvaldībai, Izglītības nodaļai, kas sniedza finansiālu atbalstu, veicot pētījumu novada skolās.

Un vislielākais paldies jāsaka arī manai ģimenei, īpaši vīram, kas vienmēr ir mani atbalstījuši un iedrošinājuši soli pa solim virzīties, lai realizētu visas savas ieceres.

Saturs

Ievads	4
1. Teorētiskā daļa	13
1.1. Problēmu risināšanas prasmes	13
1.1.1. Problēmu veidi	13
1.1.2. Problēmu risināšanas definīcijas un pieejas problēmrisināšanas prasmju pētīšanā	16
1.1.3. Komplekso problēmu risināšana	21
1.2. Kognitīvās spējas	24
1.2.1. Kognitīvo spēju modeļi psihometriskās pieejas ietvaros	24
1.2.2. Pētījumā mērīto kognitīvo spēju izvērsts raksturojums	28
1.3. Vadības funkcijas	32
1.3.1. Vadības funkciju definīcijas un pieejas to pētīšanai	32
1.3.2. Vadības funkciju veidi	37
1.4. Problēmrisināšanas prasmju, kognitīvo spēju un vadības funkciju sakarību pētījumi	40
1.4.1. Problēmrisināšanas prasmju un kognitīvo spēju sakarības	40
1.4.2. Problēmrisināšanas prasmju un vadības funkciju sakarības	44
1.4.3. Vadības funkciju un kognitīvo spēju sakarības	45
1.5. Teorētiskās daļas kopsavilkums	49
2. Metodes daļa	53
2.1. Pētījuma dalībnieki	53
2.2. Instrumentārijs	53
2.3. Procedūra	58
2.4. Datu apstrāde	59
3. Pētījuma rezultāti	59
4. Iztirzājums	83
4.1. Pētījumā adaptēto un izveidoto testu ticamība un validitāte	83
4.2. Komplekso problēmrisināšanas prasmju un kognitīvo spēju savstarpējās sakarības	84
4.3. Problēmu risināšanas prasmes prognozējošie mainīgie	86
4.4. Problēmrisināšanas prasmju un vadības funkciju savstarpējās sakarības	89
4.5. Kognitīvo spēju un vadības funkciju savstarpējās sakarības	89

4.6. Pētījuma ierobežojumi	92
4.7. Praktiskais pielietojums	92
4.8. Secinājumi	93
Nobeigums	94
Izmantotās literatūras saraksts	95
Summary	103
Pielikumi	105
1.pielikums. Verbālo analogiju tests	105
2.pielikums. Kvantitatīvās spriešanas tests	106
3.pielikums. Disertācijas ietvaros izstrādātais un lietotais stimulmateriāls testam „Darba atmiņas tests”	108
4.pielikums. Vadības funkciju datorizētā testa EXAMINER uzdevumu piemēri	109
5.pielikums. Verbālo analogiju testa pantu aprakstošās statistikas rādītāji	110
6.pielikums. Kvantitatīvās spriešanas testa pantu aprakstošās statistikas rādītāji	111
7.pielikums. Darba atmiņas testa pantu aprakstošās statistikas rādītāji	112
8.pielikums. Fluīdās neverbālās spriešanas testa (Reivena testa saīsinātās versijas) pantu aprakstošās statistikas rādītāji	113
9.pielikums. Komplekso problēmrisināšanas prasmju testa MicroFIN pantu aprakstošās statistikas rādītāji	114

Ievads

Mūsdienās cilvēki sastopas ar aizvien jaunām un sarežģītām problēmām, un strauji mainīgā vide liek attīstīt cilvēkiem spēju veiksmīgi tai adaptēties un spēt veikli atrast jaunus risinājumus. Problēmu risināšanas prasmju pētniecība (uzsverot tieši komplekso problēmu risināšanu) ir īpaši **aktuāla** pēdējos gados, un to savlaicīgai attīstībai pēdējos desmit gadus pievērsta pastiprināta uzmanība apjomīgos starptautiskos pētījumu projektos, piemēram, PISA (*Programme for International Student Assessment* - angļu val.) un ATC21S (*Assessment and Teaching of 21st Century Skills* - angļu val.) (OECD, 2013; Funke, 2013; Hesse et al., 2015). Kā galvenais iemesls tam ir **praktiska** vajadzība attīstīt skolēnos un jauniešos universālas problēmrisināšanas iemaņas un stratēģijas, lai tie sekmīgi adaptētos dažādu nozaru darba vietās, jo mūsdienās būtiskas ir spējas ātri apgūt jaunas prasmes un risināt dažādas jaunas problēmas, ne tikai pielietot pamatzināšanas vienā apgūtā jomā.

Problēmas un to risināšana ir jautājums, kas psihologus nodarbinājis jau vairāk kā gadsimtu. Psiholoģijas literatūrā atrodami dažādi problēmu iedalījumi, piemēram, labi strukturētas, daļēji strukturētas un nestrukturētas problēmas (Pretz, Naples & Sternberg, 2003) vai arī problēmas, kas tiek dotas, kas tiek atklātas un kas tiek radītas (Getzels, 1979), kā arī dažādu dzīves jomu un nozaru problēmas. Atsevišķi psiholoģijas zinātnē tiek izdalītas kompleksas problēmas un to risināšana, kas sastāv no kompleksas sistēmas: vairākiem mainīgajiem, un to mijiedarbības ar problēmas risinātāju (Frensch & Funke, 1995).

Problēmu risināšanas izpēte vēsturiski aizsākās geštaltpsīholoģijas pieejas ietvaros divdesmitā gadsimta sākumā. Tika definēts, ka problēmu risināšana notiek, kad indivīds sastopas ar tādu problēmu jeb mērķi, kas nav uzreiz atrisināms vai sasniedzams ar kādu darbību, bet ir jāpielieto domāšana, lai saprastu, kā no šī brīža stāvokļa sasniegt vēlamu mērķa stāvokli (Duncker, 1945, kā minēts Novick, & Bassok, 2005).

Tālāk attīstījās citi virzieni, piemēram, sociālo problēmu risināšanas pieeja (D'Zurilla & Goldfried, 1971), kas aizsākās ar pētījumiem par cilvēku spēju risināt dažādas ikdienas problēmas, kā arī pētot izpratni par savu spēju tikt galā ar dažādām grūtībām. Šīs pieejas ietvaros problēmu risināšana raksturota kā process, kura laikā indivīdam tiek padarītas pieejamas vairākas problēmas risināšanas alternatīvas, kā arī palielināta iespēja, ka indivīds izvēlēsies efektīvāko stratēģiju problēmas risināšanai.

Paralēli sociālo problēmu risināšanas pieejai attīstījās arī kognitīvā pieeja problēmu risināšanas izpētē. Šīs teorijas ietvaros problēmu risināšana definēta kā meklējumiem pilns process problēmas telpā, kas savieno sākotnējo informāciju ar vēlamu iznākumu – problēmas atrisinājumu

(Newell and Simon, 1972, kā minēts Novick, & Bassok, 2005). Pētnieku mērķis bija atrast universālus pamatus, lai skaidrotu problēmu risināšanu jebkurā jomā. Autori atgriezās pie iepriekš aprakstītām geštaltpsiholoģijas atziņām un metodēm, tomēr balstījās uz sistemātisku informācijas apstrādes un kognitīvu pieeju.

Kā atsevišķs virziens jau kopš divdesmitā gadsimta septiņdesmitajiem gadiem aizsākās komplekso problēmu risināšanas izpēte, kas mūsdienās izvirzījusies par vienu no vadošām pieejām (Beckmann & Guthke, 1995; Funke, 2013). Problēmu risināšanu šīs jomas pētnieki definē kā procesu, kas norisinās, lai savienotu esošo un vēlamo mērķa stāvokli, un šajā procesā iesaistīta gan vairāku pakāpju domāšana, gan aktīva darbība (Frensch & Funke, 1995). Kompleksām problēmām un to risināšanai raksturīgi, ka problēmas struktūra (ārēja vai mentāla problēmas reprezentācija) un tās risināšanas process ietver daudzus savstarpēji saistītus elementus jeb kompleksu sistēmu, kas problēmas risināšanas gaitā var mainīties (Fischer, Greiff, & Funke, 2012). Komplekso problēmu uzbūve ir sarežģīta, ietver daudz mainīgos un šīs problēmas ir interaktīvas attiecībā pret problēmas risinātāja darbībām, respektīvi, problēmas struktūra var mainīties, ja indivīds veic kādu darbību. Komplekso problēmu risināšana tiek iedalīta šādās divās fāzēs: zināšanu uzkrāšana jeb informācijas iegūšana par problēmu un zināšanu jeb stratēģiju pielietošana (Novick, & Bassok, 2005). Komplekso problēmu risināšanas pieejas ietvaros pētnieki izstrādā un pētījumos lieto datorizētus testus, kas veido kompleksu sistēmu un nodrošina nepieciešamo mijiedarbību starp problēmu un tās risinātāju. Šīs disertācijas ietvaros problēmu risināšana empīriski tiek pētīta no komplekso problēmu risināšanas pieejas.

Kognitīvās spējas un intelekts ir konstrukts, kas arī psiholoģijā ir ļoti plaši pētīts. Kā viena no vadošajām pieejām intelekta pētniecībā ir psihometriskā pieeja. Psihometriskās pieejas ietvaros radīti vairāki nozīmīgi kognitīvo spēju modeļi, kuri veidojušies secīgi un loģiski, dažādiem pētniekiem pēdējā gadsimta laikā gan papildinot, gan pretnostatot savus atklājumus. Psihometrisku pieeju aizsāka Čārlzs Spīrmens, atklājot, ka kognitīvo spēju pamatā ir vispārīgā intelekta spēja jeb „g” faktors (Spearman, 1904, kā minēts Wasserman, 2012; Brody, 2000). „G” faktors raksturojams kā latentā spēja, kas ir pamatā pārējām kognitīvajām spējām – verbālai spriešanai, kvantitatīvajai spriešanai, vizuāli abstraktai spriešanai, īslaicīgai atmiņai un citām specifiskajām spējām, no kurām dažas vairāk, dažas mazāk saistītas ar “g” faktoru.

Spīrmena idejas attīstījās tālāk – Vernons izveidoja pirmo hierarhisko modeli, kurā “g” faktoram ir pakārtotas vairākas plašākas kognitīvās spējas (Vernon, 1950, kā minēts Brody, 2000). Citi pētnieki, piemēram, Ketels oponenta hierarhiskā modeļa idejai un uzskatīja, ka intelekts sastāv no diviem patstāvīgiem aspektiem – fluīdā un kristalizētā intelekta, no kuriem fluīdais ir vairāk iedzimts, bet kristalizētais parāda dzīves laikā uzkrātās zināšanas (Cattell, 1963, kā minēts Davidson &

Downing, 2000). Savukārt, Horns tālāk papildināja fluīdā un kristalizētā intelekta modeli, izveidojot plašāku hierarhisku modeli, un atgriezās pie augstāk pastāvošā “g” faktora. Fluīdajām un kristalizētajām spējām šajā modelī tika pievienotas vēl vairākas *plašākas kognitīvās spējas*: vizuālās apstrādes, audiālās apstrādes, vispārējā uztveres ātruma, vispārējās atmiņas un vispārējās izgūšanas no atmiņas spējas, apstrādes ātruma, rakstīšanas un lasīšanas spējas, kā arī kvantitatīvās spējas (Horn, 1994, kā minēts Davidson & Downing, 2000).

Džons Kerols, apvienojot Ketela-Horna modeli ar savu apjomīgo analīzi, sākotnēji piedāvāja kognitīvo spēju modeli ar trim līmeņiem, no kurām augstākajā līmenī atrodas vispārīgais intelekts jeb „g” faktors (Carroll, 1993). Otro līmeni modelī veido astoņas plašākas kognitīvās spējas: *fluīdais intelekts, kristalizētais intelekts, vispārējā atmiņa un mācāmība, plašā vizuālā uztvere, plašā audiālā uztvere, plašā reproducēšanas (izgūšanas no atmiņas) spēja, plašā kognitīvo procesu ātruma un apstrādes ātruma spēja*. Savukārt, trešo līmeni veido sīkāk iedalāmas spējas. Tālāk tika attīstīts Ketela-Horna-Kerola apvienotais modelis (McGrew, 1997, p.152, kā minēts Schneider & McGrew, 2012). Uz Ketela-Horna-Kerola kognitīvo spēju modeļa balstās vairums mūsdienu empīrisko pētījumu šajā jomā.

Psihologus jau izsenis interesējusi arī smadzeņu uzbūve, darbība un to saistība ar dažādiem psiholoģiskiem procesiem. Tādā veidā attīstījās vadības funkciju pētniecība, kas jau vēsturiski tiek aplūkota gan no izteikti klīniskās, gan psihometriskās pieejas (Pribram, 1973; Barkley, 2012). Vieni no vadošajiem šīs jomas pētniekiem vadības funkcijas raksturo kā mentālu procesu kopumu, kura ietvaros cilvēka uzvedība tiek vadīta uzstādītā mērķa sasniegšanai (Goldstein, Naglieri, Princiotta & Otero, 2014). Vadības funkcijas tiek aplūkots kā virsjēdziens, kas savieno vairākas relatīvi neatkarīgas, bet saistītas spējas (Barkley, 2012). Literatūrā ir uzskaitītas vismaz desmit vadības funkcijas, tomēr empīriskie pētījumi pārsvarā fokusējas uz daļu no tām.

Kā būtiskākās vadības funkcijas nosaucamas *kavēšana, pārslēgšanās un darba atmiņas atjaunināšana*, kas iekļautas Mijakes un kolēģu izveidotajā trīs latento iezīmju modelī (Miyake et al., 2000). Atsaucoties uz šo modeli pamatoti vairums mūsdienu vadības funkciju pētījumu. *Kavēšana*, kas tiek tulkota arī kā *apvaldīšana*, ir spēja apvaldīt un regulēt impulsus, aizkavēt kādas darbības izpaušmi. Kavēšanas procesa laikā tiek atpazīta kognitīva konflikta situācija, kuras ietvaros jāaptur dominējošā jeb ierastā atbilde, kas būtu tipiska šādā situācijā. *Spēja pārslēgties* jeb *pārslēgšanās* raksturo indivīda elastību un spēju pārslēgt uzmanību no viena uz citu uzdevumu, un atpakaļ, vai no viena veida stimula uz cita veida stimulu. Līdzīgi kā kavēšanas procesā, arī pārslēgšanās prasa spēju pārvarēt kognitīvu konfliktu, jo vairākkārt ir jāmaina sākotnēji jau nostiprinātā stimula-reakcijas saikne uz citu, jaunam nosacījumam atbilstošu saikni (Garon, Bryson & Smith, 2008). *Darba atmiņas atjaunināšana* (*working memory updating* – angļu val.) ir spēja īslaicīgi paturēt prātā informāciju un

ar to manipulēt (Toplak et al., 2010), kas ietver nepārtrauktu situācijas novērošanu, ik pa brīdim atjauninot informāciju, un vecos stimulus nepārtraukti aizvietojo ar jaunpienākušiem (Garon, Bryson & Smith, 2008). Darba ietvaros aplūkota arī abu mainīgo – darba atmiņas kā kognitīvas spējas un darba atmiņas atjaunināšanas kā vadības funkcijas – pārklāšanās, jo dabā novērojams, ka šīs spējas pastāv, pārklājas un būtu grūti nošķiramas, tomēr teorētiski tās tiek pieskaitītas gan vadības funkcijām, gan kognitīvajām spējām.

Neskatoties uz plašu problēmrisināšanas prasmju pētniecību izglītības jomā un psiholoģijā, joprojām ir neskaidrības par to, kādi psiholoģiski konstrukti vislabāk spēj prognozēt problēmrisināšanas prasmes un būtu saistāmi ar šo prasmju veiksmīgāku attīstīšanu. No teorijas izriet, ka problēmu risināšana ir lielā mērā saistīta ar intelektu un kognitīvajām spējām, sevišķi fluīdo spriešanu (Sternberg, 1985, kā minēts Pretz, Naples & Sternberg, 2003). Un to apliecina arī empīriski pētījumi, kas parādījuši, ka problēmu risināšana ir saistīta ar atsevišķām kognitīvajām spējām, sevišķi fluīdo intelektu un darba atmiņu (piem., Neubert et al., 2014; Greiff et al., 2014; Kretschmar et al., 2016). Tomēr visbiežāk pētījumos fluīdā spriešana jeb fluīdais intelekts tiek mērīts ar viena veida neverbālu mērījumu – nepabeigto matricu testiem (piemēram, Reivena matricām vai citiem līdzīgiem uzdevumiem). Šajā disertācijā fluīdā spriešana tiek mērīta, lietojot trīs veida stimulu sakarības – neverbālu, verbālu un kvantitatīvu. Līdz ar to, pētījumā iegūtie rezultāti ļaus precīzāk analizēt, kura veida stimulu spriešanas uzdevumi spēj vislabāk prognozēt sekmīgu problēmu risināšanu.

Nozīmīgas saistības pētījumos atklātas arī divu citu mainīgo – vairāku kognitīvo spēju un vadības funkciju – starpā (piem., Friedman et al., 2006). Pētījumi ar bērniem un jauniešiem dažādos vecumposmos apliecina vadības funkciju – kavēšanas, pārslēgšanās un darba atmiņas atjaunināšanas – saistību ar fluīdo spriešanu, kā arī kristalizēto intelektu, tomēr salīdzinoši visvairāk intelektu prognozē tieši darba atmiņas atjaunināšana (Brydges, Reid, Fox & Anderson, 2012; Friedman et al., 2006). Arī kvantitatīvās spējas cieši saistītas ar vadības funkcijām (Fuhs, Nesbitt, Farran & Dong, 2014).

No teorijas izriet, ka problēmrisināšanā liela loma ir arī vadības funkcijām, kas uztur indivīda uzmanību un darbības konkrēta mērķa sasniegšanai. Tomēr empīriski šīs sakarības pētītas mazāk, it īpaši komplekso problēmu risināšanas pieejas ietvaros, un tas paver iespēju tālākos pētījumos atklāt jaunas saistības starp šiem, iespējams, saistītajiem konstruktiem. Vadības funkcijas pēc definīcijas ir spēju kopa, kas uztur konkrētu problēmrisināšanas ievirzi jeb noteiktus mentālus apstākļus, lai sasniegtu kādu nākotnes mērķi (Welsh & Pennington, 1988, p.201, kā minēts Goldstein, Naglieri, Princiotta & Otero, 2014). Līdz ar to, teorētiski, arī vadības funkcijām ir liela loma problēmu risināšanā, kur svarīga gan situācijas izpēte, gan aktīva stratēģiju pielietošana, lai sasniegtu gala mērķi

(Novick & Bassok, 2005). Var prognozēt, ka vadības funkcijas, sevišķi darba atmiņas atjaunināšanas aspekts, nozīmīgi prognozēs komplekso problēmu risināšanas prasmes.

Būtiski problēmrisināšanas prasmes pētīt un attīstīt jau skolas vecuma bērniem un jauniešiem, sevišķi vidusskolas klasēs, kad svarīgi sagatavoties darba vai studiju dzīvei un spēt patstāvīgi tikt galā ar ikdienas situācijām un problēmām. Līdz ar to pētījumā attiecīgi izvēlēts vecumposms no 16 līdz 18 gadiem, kad jaunieši tipiski vēl mācās, tomēr jau sāk plānot savu nākotni.

Pētījuma mērķis

Šīs doktora disertācijas **mērķis** ir izpētīt sakarības starp komplekso problēmu risināšanas prasmēm un kognitīvajām spējām, starp komplekso problēmu risināšanas prasmēm un vadības funkcijām, un starp kognitīvajām spējām un vadības funkcijām vidusskolas vecuma skolēniem, vecumposmā no sešpadsmit līdz deviņpadsmit gadiem. Lai sasniegtu pētījuma mērķi, darba empīriskā pētījumā iegūtie dati sadalīti vairākās apakšizlasēs, lai precīzi atbildētu uz katru no pētījuma jautājumiem. Tālāk sniegts ieskats pētījuma metodē, bet plašāks izklāsts lasāms promocijas darba Empīriskā daļā.

Pētījuma aktualitāte un zinātniskā novitāte

Problēmu risināšana tiek definēta kā viena no nepieciešamākajām nākotnes spējām – gan kā ikdienas, gan darba prasme jeb kompetence (pratība), tāpēc šobrīd tās pētniecība ir īpaši aktuāla. Šajā disertācijā iegūtie rezultāti, pirmkārt, var tikt izmantoti psiholoģijas zinātniskajā darbā, attīstot pētījumus par komplekso problēmu risināšanu un intelektu. Tā kā pētījumā atklāta cieša sakarība starp abiem konstruktiem, tad izteikts pieņēmums, ka problēmu risināšanas prasmes varētu tikt iekļautas psihometriskās pieejas K-H-K intelekta modelī kā otrā līmeņa plašākas spējas. Šis pētniecības virziens varētu tikt attīstīts tālāk, paplašinot skatījumu uz intelekta teorijām.

Otrkārt, pētījumā iegūtos rezultātus var pielietot izglītības jomā mācību darbā. Viens no pētījuma mērķiem bija noteikt, kuras spējas vislabāk spēj prognozēt prasmi risināt kompleksās problēmas. Pētījuma rezultāti apstiprina, cik svarīgi ir attīstīt fluīdo spriešanu un spēju izprast jaunas sakarības un jēdzienus, kā arī uzsver verbālās spriešanas spēju nozīmi risinot kompleksās problēmas datorizētā vizuālā vidē, kas pietuvinātas iespējamajām situācijām reālajā dzīvē. Mācību vidē šos rezultātus var izmantot, mērķtiecīgi attīstot tieši fluīdo spriešanu, verbālo un loģisko domāšanu, izpratni par dažādām saistībām. Modernās mācību metodes ietver vizuālu materiālu lietošanu, tomēr šīs disertācijas rezultāti parāda, cik būtiski ir paralēli attīstīt un uzturēt arī verbālās spriešanas spējas – lasīt, izprast un analizēt specifisku verbālu informāciju un jēdzienus.

Pētījuma priekšmeti vai mainīgie lielumi: komplekso problēmu risināšanas prasmes, kognitīvās spējas: verbālā spriešana, kvantitatīvā spriešana, fluīdā neverbālā spriešana, darba atmiņa, vadības funkcijas, dažāda veida savstarpējas sakarības starp komplekso problēmu risināšanas

prasmēm, verbālo spriešanu, kvantitatīvo spriešanu, fluīdo neverbālo spriešanu, darba atmiņu un vadības funkcijām.

Promocijas darba uzdevumi

Lai sasniegtu izvirzītos pētījuma mērķus, tika veikti šādi uzdevumi:

- 1) zinātniskās literatūras par pētījuma tēmu apzināšana un analīze;
- 2) pētījuma projekta izstrāde atbilstoši pētījuma mērķiem;
- 3) pētījumā izmantoto mērījumu instrumentu adaptācija un veidošana;
- 4) pētījuma metožu aprobācija pilotpētījumā;
- 5) datu vākšana, apstrāde un analīze;
- 6) pētījumā iegūto rezultātu izvērtēšana, interpretēšana un secinājumu izdarīšana;
- 7) pētījuma pārskata atspoguļošana disertācijas formā un rezultātu publicēšana.

Pētījumā tiek izvirzīti šādi **jautājumi un hipotēze** attiecībā uz vecumgrupu 16-19 gadi:

1. Vai komplekso problēmu risināšanas prasmju tests MicroFIN (adaptēts), Verbālās spriešanas tests (oriģināli izstrādāts), Kvantitatīvās spriešanas tests (oriģināli izstrādāts), Fluīdās neverbālās spriešanas tests (Reivena matricu saīsinātā versija), Darba atmiņas tests (oriģināli izstrādāts) un vadības funkciju EXAMINER testu kopas latviešu valodas versija (adaptēts) atbilst ticamu un valīdu testu kritērijiem (pēc konverģentās, kriteriālās un testa struktūras validitātes)?

2. Kādas ir saistības starp kognitīvajām spējām (verbālā spriešana, kvantitatīvā spriešana un neverbālā spriešana, darba atmiņa) un komplekso problēmu risināšanas prasmēm?

3. Vai kognitīvās spējas un komplekso problēmu risināšanas prasmes vieno kāds kopīgs latentais mainīgais?

4. Kādas ir saistības starp komplekso problēmu risināšanas prasmēm un vadības funkcijām (mērītām ar MicroFIN testu un EXAMINER testu kopu)?

5. Vai komplekso problēmu risināšanas prasmes un vadības funkcijas vieno kāds kopīgs latentais mainīgais?

6. Kādas ir saistības starp kognitīvajām spējām un vadības funkcijām?

7. Vai kognitīvās spējas un vadības funkcijas vieno kāds kopīgs latentais mainīgais?

8. Kuras no kognitīvajām spējām un vadības funkcijām vislabāk paredz komplekso problēmu risināšanas prasmju zināšanu apguves aspektu, kontrolējot vecumu un dzimumu?

9. Kuras no kognitīvajām spējām un vadības funkcijām vislabāk paredz komplekso problēmu risināšanas prasmju zināšanu pielietošanas aspektu, kontrolējot vecumu un dzimumu?

10. Kuras no kognitīvajām spējām un vadības funkcijām vislabāk paredz komplekso problēmu risināšanas prasmju kopējo rādītāju, kontrolējot vecumu un dzimumu?

Hipotēze: Fluīdā neverbālā spriešana (salīdzinot ar kvantitatīvo un verbālo spriešanu) visvairāk paredz komplekso problēmu risināšanas prasmju abus aspektus (zināšanu apguvi un zināšanu pielietošanu).

Metode: Pētījuma dalībnieki. Lai atbildētu uz pētījuma jautājumiem, tika izmantoti dati no vairākām apakšizlasēm (64 līdz 239 skolēnu apjomā), kas bija pildījuši attiecīgos testus. Precīzi apakšizlasu raksturojumi raksturoti disertācijas Metodes daļā. Pētījuma dalībnieku vecums variē no 16 līdz 19 gadiem un visi ir skolēni Latvijas Vidzemes reģiona vidēji lielas pilsētas trīs vidusskolu 10.-12.klasēs.

Instrumentārijs. Pētījuma mainīgo lielumu mērīšanai tika izmantoti vairāki testi: 1) *Komplekso problēmu risināšanas tests* (Complex problem solving) *MicroFIN* (Neubert, Kretzschmar, Wüstenberg & Greiff, 2014), kas izstrādāts Luksemburgas Universitātē un pētījuma ietvaros adaptēts latviešu valodā; 2) *Verbālās spriešanas tests*, kas tika izstrādāts pētījuma vajadzībām. Tā 20 panti ir verbālo analogiju uzdevumi, veidoti pēc *Vudkoka-Džonsones starptautiskā izdevuma kognitīvo spēju testa* attiecīgo pantu parauga; 3) *Kvantitatīvās spriešanas tests*, kas ietver 16 skaitļu virknes un matricas; 4) *Darba atmiņas tests* –apgriezto skaitļu virkņu tests, kas izveidots, balstoties uz WISC-IV testa principiem (Wechsler, 2003), pielāgojot testu vadīšanai grupas apstākļos, nevis individuālai testēšanai; 5) *Fluīdās neverbālās spriešanas tests* ir Reivena standarta progresīvo matricu testa (Raven, 1958) saīsinātā versija ar 20 piemēriem (Georgiev, 2008); 6) *EXAMINER* vadības funkciju datorizētā testu kopa (Possin, Lamarre, Wood, Mungas, & Kramer, 2013; Ivanova, Plauča, Sebre & Rašcevska, 2016), kas nosaka tādas funkcijas kā *kavēšana, darba atmiņas atjaunināšana* un *pārslēgšanās*.

Procedūra. Visu trīs pētījumu datu vākšana noritēja 2014./2015. akadēmiskajā gadā mācību stundu laikā vairākās testēšanas sesijās, pildot testus gan papīra formā, gan datorizēti (detalizētāk procedūra raksturota Empīriskā pētījuma daļā).

Promocijas darba aizstāvēšanai izvirzītas šādas tēzes (pētījuma izlase: vispārizglītojošo skolu izglītojamie 16-19 gadu vecumā):

- Komplekso problēmu risināšanas prasmes ir nozīmīgi saistītas ar visām kognitīvajām spējām (verbālā spriešana, kvantitatīvā spriešana, fluīdā neverbālā spriešana, darba atmiņa) – jo augstākas kognitīvas spējas, jo sagaidāmas augstākas kompleksās problēmu risināšanas prasmes.

- Komplekso problēmu risināšanas prasmes un kognitīvās spējas vieno kopīgs latentais mainīgais, kas ļauj tālāk diskutēt par problēmrisināšanas prasmju iekļaušanu intelekta modeļos.
- Komplekso problēmu risināšanas prasmes visvairāk paredz fluīdā neverbālā spriešana, kā arī intelekta „g” faktors. Kopīgā kognitīvo spēju regresijas modelī komplekso problēmu risināšanas prasmes nozīmīgi paredz arī verbālā spriešana un darba atmiņa, bet neparedz kvantitatīvās spriešanas spējas. Kvantitatīvajām prasmēm pašām par sevi ir saistība ar komplekso problēmu risināšanas prasmēm.
- Komplekso problēmu risināšanas prasmes ir tikai daļēji saistītas ar vadības funkcijām, jo tikai darba atmiņas atjaunināšana prognozē komplekso problēmu risināšanas prasmes.
- Komplekso problēmu risināšanas prasmes un vadības funkcijas nevieno kopīgs latentais mainīgais.
- Kognitīvās spējas un vadības funkcijas uzrāda atsevišķas nozīmīgas savstarpējās saistības: Darba atmiņas atjaunināšana (vadības funkciju mērījums) vienīgā ir nozīmīgi saistīta ar visām mērītajām kognitīvajām spējām (verbālā spriešana, kvantitatīvā spriešana, fluīdā neverbālā spriešana, darba atmiņa), savukārt, Pārslēgšanās spēja korelē tikai ar fluīdo neverbālo spriešanu.
- Nav skaidri nodalāmi divi atsevišķi latentie mainīgie - faktori, kas nošķir vadības funkcijas un kognitīvajās spējas.

Promocijas darba struktūra

Promocijas darbs sastāv no Ievada un četrām nodaļām. Pirmā nodaļa ietver teorētisko apskatu par pētījuma mainīgajiem un izvirzīto pētījuma jautājumu un hipotēzes pamatojumu, otrā nodaļā sniegts metodes apraksts, trešā nodaļa ietver rezultātus un ceturtā nodaļa – rezultātu iztirzājumu. Tad seko nobeigums, izmantotās literatūras saraksts un 9 pielikumi. Darba apjoms bez pielikumiem ir 107 lappuses, pielikumi ietverti vēl 9 lappusēs.

Darba autores dalība konferencēs par promocijas darba tematu

- 2016.gada 22.-31.augusts: 3rd International Scientific Conferences on Social Sciences & Arts (SGEM 2016), Albena, Bulgaria. Raksts konferences rakstu krājumā un prezentācija: Complex problem solving skills, cognitive abilities and executive functions: relationship and latent variables.

- 2016.gada 27.-28.maijs: Starptautiska zinātniska konference "Society, Integration, Education". Raksts konferences rakstu krājumā: Reliability and validity of the Latvian version of the computerized executive functions test "EXAMINER" in a students sample: Results of the pilot study (līdzautori: I.Plauca, S.Sebrē, M.Rascevska)
- 2015.gada 17.-24.septembris: 19th Conference of the European Society for Cognitive Psychology (ESCOP), Paphos, Cyprus. Prezentācija: „Complex problem solving and its relation to verbal and nonverbal reasoning"
- 2015.gada 3.februāris: Latvijas Universitātes 73.zinātniskā konference, Psiholoģijas sekcija. Prezentācija: "Problēmrisināšanas prasmju testa MicroFIN psihometriskie rādītāji Latvijas skolēnu izlasē"
- 2014.gada 4.februāris: Latvijas Universitātes 72.zinātniskā konference, Psiholoģijas sekcija. Prezentācijas: "Problēmrisināšanas prasmes un to saistība ar kognitīvajām spējām", "Vadības funkciju testa EXAMINER adaptācija latviešu valodā: pilotpētījuma rezultāti" (L.Ivanova un I.Plauča)

Dalība konferencēs par citiem saistītiem tematiem

- 2013.gada 17. – 20.jūlijs: Dalība starptautiskā konferencē Spānijā (San Sebastian) 12th European Conference on Psychological Assessment. Prezentācija par pētījumu: “Relationship among Wisdom, Personality Traits, Cognitive Abilities and Academic Achievement”.
- 2013.gada 5.februāris: Latvijas Universitātes 71.zinātniskā konference, Psiholoģijas sekcija. Prezentācija par pētījumu: „Gudrību raksturojošu īpašību, personības iezīmju, kognitīvo spēju un akadēmiskā snieguma sakarības”.
- 2011.gada 31.augusts – 3.septembris: Dalība starptautiskā konferencē Rīgā 11th European Conference on Psychological Assessment. Prezentācija par pētījumu: “Wise students’ characteristics evaluated by themselves and peers”.
- 2010.gada 3.decembris: Latvijas Universitātes Studentu Padomes zinātniskā konference. Prezentācija par pētījumu: "Gudro" studentu īpašību pašnovērtējums un citvērtējums.
- 2009.gada 12.-15.oktobris: Dalība starptautiskā konferencē Rīgā: 2nd International Scientific Conference “Gifted children: Challenges and possibilities”. Prezentācija par pētījumu “Conceptions about wise persons in Latvia”.

Darba autores zinātniskās publikācijas par promocijas darba tematu

1. Kretschmar, A., **Hacatrjana, L.**, & Rascevska, M. (2017). Re-evaluating the Psychometric Properties of MicroFIN: A Multidimensional Measurement of Complex Problem Solving or a

Unidimensional Reasoning Test? *Psychological Test and Assessment Modeling*, 59 (2), 157-182.

2. **Ivanova, L.**, & Rascevska, M. (2016). Complex problem solving skills, cognitive abilities and executive functions: Relationship and latent variables. 3rd International Multidisciplinary Scientific Conference on Social Sciences and Arts SGEM 2016, www.sgemsocial.org, SGEM2016 Conference Proceedings, ISBN 978-619-7105-70-4 / ISSN 2367-5659, 24 - 31 August, 2016, Book 1, Vol. 1, 77-84 pp, DOI: 10.5593/SGEMSOCIAL2016/B11/S01.010
3. **Ivanova, L.**, Plauca, I., Sebre, S., & Rascevska, M. (2016). Reliability and validity of the latvian version of the computerized executive functions test "EXAMINER" in a students sample: Results of the pilot study, *Proceedings of the International Scientific Conference SOCIETY. INTEGRATION. EDUCATION, Volume I*, 368-376.
<http://journals.ru.lv/index.php/SIE/article/view/1524>

Citas publikācijas par saistīto tematu

4. **Ivanova, L.** & Raščevska, M. (2012). Wise Female Students' Characteristics Evaluated by Themselves and Peers. *Baltic Journal of Psychology*, 13 (1), 87-97.
<http://web.a.ebscohost.com/ehost/detail/detail?vid=0&sid=53f38dab-4352-4ca3-8634-430307849e00%40sessionmgr4010&bdata=JnNpdGU9ZWhtb3QtbGl2ZQ%3d%3d#AN=85205029&db=a9h>
5. Sánchez-Escobeda, P., Park, K., Hollingworth, L., Misiuniene, J., & **Ivanova L.** (2013). A cross comparative international study on the concept of wisdom. *Gifted Education International*, Vol. 30 (3), 228-236. DOI: <https://doi.org/10.1177/0261429413486575>,
<http://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/0261429413486575>
6. **Ivanova, L.**, & Raščevska, M. (2010). Conceptions about wise persons in Latvia. In M. Abel, A. Andzans, D. Bonka, B. Narkeviciene & L. Ramana (Eds.), *Selected papers of the 2nd International Conference "Gifted children: Challenges and possibilities"*. Kaunas: Tehnologija, 16-19.

1. Teorētiskā daļa

1.1.Problēmu risināšanas prasmes

1.1.1. Problēmu veidi

Pirms detalizēti iztirzāt problēmu risināšanas prasmes, ir jāsaprot, kas tiek saprasts ar jēdzienu „problēma” un kādos veidos problēmas tiek klasificētas. Analizējot literatūru, secināms, ka

problēmām var būt dažādu veidu iedalījumi, un turpmāk raksturots, kāda veida problēmas psiholoģijas zinātnē tiek aplūkotas.

Problēma pati par sevi tiek definēta kā situācija, kas ietver kādu sarežģījumu, kā stāvoklis, kas nav apmierinošs, kā jautājums vai stāvoklis, kas prasa risinājumu (no Collins English Dictionary, 2014). Viens no vienkāršākajiem veidiem, kā problēmas var iedalīt, ir: labi definētās un slikti definētās jeb atvērtās problēmās (Pretz, Naples & Sternberg, 2003). Labi definētās problēmas ir ar vienu, skaidru risinājuma veidu, tās var atrisināt pēc noteikta, apgūstama algoritma, piemēram, kā matemātiskās problēmas, bet ne tikai. Divdesmitā gadsimta sešdesmitajos un septiņdesmitajos gados kognitīvie psihologi ar datoru simulāciju palīdzību mēģināja šādas problēmas izveidot un pētīt to risināšanas ceļus, pielīdzinot cilvēka prātu datorizētai sistēmai (Newell & Simon, 1972, kā minēts Novick & Bassok, 2005). Tomēr, lielākā daļa problēmu, ar ko cilvēki ikdienā sastopas, nav šauras matemātiska veida problēmas. Tiek pieņemts, ka labi definētās problēmas var tikt katru reizi atrisinātas, izmantojot vienu un to pašu algoritmu. Tā ir būtiska pazīme, kas atšķir tās no slikti definētām jeb atvērtām problēmām, ar ko cilvēki sastopas ikdienā. Piemēram, darbā ar klientiem, kas nav apmierināti ar nopirkto preci, vienā gadījumā darbosies viens risinājums, bet citā gadījumā tas var būt atšķirīgs, lai gan problēmas „sākums” jeb pieteikums ir vienāds. Ja problēmas iedala labi un slikti definētās jeb atvērtās problēmās, tad biežāk cilvēks risina atvērtas problēmas, kas bieži vien sākumā ir ar neskaidru risinājumu vai ar nepietiekami skaidru sasniedzamo mērķi.

Līdzīgi kā nupat raksturots, problēmas var iedalīt arī trijos veidos: labi strukturētas, daļēji strukturētas un nestrukturētas problēmas, pēc būtības šis iedalījums ir līdzīgs iepriekšējam, tikai šajā gadījumā tas ir paplašināts (Pretz, Naples & Sternberg, 2003). Labi strukturētas ir skaidras (jeb labi definētas) problēmas ar zināmu un sagaidāmu iznākumu, savukārt nestrukturētas ir atvērtas problēmas bez viena skaidra un iepriekš definēta atrisinājuma. Daļēji strukturētas problēmas atrodas pa vidu, jo tām var būt vairāki risinājumi, tomēr tās nav arī pilnībā atvērtas. Piemēram, filozofiskas dabas jautājums par dzīves jēgas meklēšanu būtu nestrukturēta problēma, bet tas, kā vislabāk nokļūt līdz citai pilsētas vietai, būtu daļēji strukturēta problēma. Savukārt, matemātikas uzdevums „ $8+3$ ” būtu labi strukturēta problēma ar skaidri zināmu un iepriekš definētu iznākumu jeb atrisinājumu.

Citiem autoriem pastāv atšķirīgs skatījums uz problēmu veidiem – piemēram, Gecels izdalījis trīs veidu problēmas: 1) problēmas, kas tiek parādītas – iedotas risināšanai kā gatavas problēmas, 2) problēmas, kas tiek atklātas un 3) problēmas, kas tiek radītas (Getzels, 1979). Pirmā veida problēmas cilvēkam tiek uzdots risināt, otrā veida problēmas tiek pamanītas kāda procesa laikā (piemēram, trūkumi kādā sistēmā vai potenciālie riski), bet trešā veida problēmas uzskatāmas par attīstību veicinošām, kad cilvēks uzdod būtiskus jautājumus, lai atklātu ko jaunu. Tā var būt, piemēram, jauna teorija, kas skaidro kādu parādību, līdz ar kuru rodas atkal jauni jautājumi. Līdzīga pieeja skatījumam

uz problēmām ir Anderam Eriksonam, kurš problēmrisināšanu pielīdzina attīstībai, lai sasniegtu eksperta līmeņa prasmes kādā jomā (Ericcson, 2003). Pētnieks uzskata, ka problēmas rodas attīstības procesa laikā, kad cilvēks saskaras ar jaunu un grūtāku uzdevumu, nekā viņš konkrētajā brīdī spējīgs izpildīt, un šādās situācijās attīstās spēja risināt problēmas. Arī citi autori raksta, ka problēmas var būt jaunas un nepazīstamas, kā arī jau pazīstamas (Frensch & Funke, 1995), līdz ar to indivīds tos risinās atšķirīgi. Vēl citu problēmu iedalījumu var veidot, pamatojoties uz dzīves jomām, kurās problēmas var rasties, piemēram, ikdienas problēmas, sociālās problēmas, kā arī konkrētu profesionālo jomu vai zinātnes nozaru problēmas, no kurām biežāk tiek pētītas ķīmijas, matemātikas un medicīnas problēmas. Šajos iedalījumos problēmas aplūkotas no to funkcionalitātes vai zināšanu jomas, nevis struktūras. Tomēr jāievēro, ka šie dažādie problēmu definējumi un iedalījumi visi nav vienlīdz empīriski pētīti vai attīstīti tālāk kā teorijas, un daļa no tiem robežojas ar filozofisku pieeju.

Psiholoģijas pētnieki, kas problēmu risināšanu pēta empīriski, nošķir analītiskās un kompleksās problēmas (Frensch & Funke, 1995). Analītiskās problēmas ir pēc būtības līdzīgas matemātiskām problēmām ar skaidru risināšanas algoritmu, un tās raksturīgas dažādām dabaszinātnēm, piemēram, matemātikai, ķīmijai, fizikai. Analītiskās problēmas var būt arī sarežģītas pēc uzbūves (piemēram, grūti atrisināmas matemātiskas problēmas), tomēr tās tiek nošķirtas no tādām kompleksām problēmām, ar kurām cilvēki sastopas dzīvē, dabiskā vidē. Savukārt, dabiskās vides kompleksās problēmas ir sarežģītākas uzbūves, tās nesatur vienu skaidru, labi definētu risinājuma ceļu un tās parasti ir reālā dzīvē sastopamas problēmsituācijas (Funke, 2013). Tomēr ar kompleksām problēmām šajā gadījumā nesaprot, piemēram, filozofiskas dabas jautājumus vai attiecību problēmas, bet drīzāk tādas problēmas, kuru struktūra ir sarežģīta jeb kompleksa, ietver daudz mainīgos un ir interaktīva attiecībā pret problēmas risinātāja darbībām. Analītiskās problēmas un to risināšanas prasmes vēsturiski vairāk tika pētītas ASV, savukārt, Eiropā īpaši attīstīta komplekso problēmu risināšanas pētniecība (Frensch & Funke, 1995). Šis problēmu iedalījums guvis pētnieku atzinību, un uz to balstās empīriski pētījumi, jo analītisko un komplekso problēmu risināšana ir veiksmīgi operacionalizēta, lai to varētu zinātniski mērīt. Komplekso problēmrisināšanas prasmju izpēte pēdējos gados attīstījusies kā nozīmīgs virziens arī izglītības jomu, kur svarīgs mācību iznākums un mērķis ir prasme risināt jaunas problēmas, ne tikai apgūt konkrētas zināšanas (OECD, 2010; Funke, 2013; Griffin, Care & McGaw, 2012; Hesse et al., 2015). Kompleksās problēmas atšķiras no matemātiskām jeb analītiskām problēmām, jo ietver sevī daudzus interaktīvus elementus, veidojot sarežģītu sistēmu, kā arī tām raksturīga mainība, mijiedarbojoties ar problēmas risinātāju (Neubert, Kretzschmar, Wüstenberg, Greiff, 2014). Komplekso problēmu risināšanā jāspēj būt gan elastīgam, gan ātri aptvert komplicētu informācijas sistēmu, līdz ar to var izteikt pieņēmumu, ka tieši darba atmiņa un fluīdais intelekts ir ļoti būtisks, lai veiksmīgi atrisinātu kompleksa tipa problēmu. Arī verbālais intelekts

piegalā šai procesā, jo palīdz izprast situāciju un kategorizēt problēmas zināmos un nezināmos lielumus, veidojot mentālos atbalsta punktus ceļā uz risinājumu. Vairāk par komplekso problēmu risināšanu izklāstīts 1.3. apakšnodaļā.

Dažādiem autoriem atšķiras arī pieeja problēmu izpētē un problēmu risināšanas teoriju veidošanā. Daļa pētnieku pievērsušies konkrētu jomu problēmu risināšanas izpētei, piemēram, medicīnas vai matemātikas problēmām, savukārt, citi fokusējušies uz problēmu kā universālu konstrukt, neatkarīgu no tās jomas. Piemēram, Ņūvels un Saimons centās atrast vispārīgu skaidrojumu un pamatu problēmu risināšanai un tās procesam, nenodalot konkrētas jomas vai kāda noteikta veida problēmas (Newell & Simon, 1972, kā minēts Novick & Bassok, 2005). Viņi attīstīja un skaidroja jēdzienu „problēmas telpa” (*problem space* – angļu val.) kā visu kādas problēmas reprezentācijas kopumu. Attiecīgi indivīds, mēģinot rast risinājumu problēmai jeb savienot sākotnējo stāvokli ar vēlamā mērķa stāvokli, darbojas konkrētajā problēmas telpā. No vienas puses, problēmas telpai pastāv kaut kādi rāmji, bet no otras puses – pats indivīds ir šīs telpas jeb reprezentācijas konstruētājs. Tātad secināms, ka dažādiem indivīdiem var būt ļoti atšķirīgas pieejas problēmām un to risināšanai, ja šie indivīdi vienas un tās pašas problēmas risināšanai veidos dažādas reprezentācijas jeb problēmu telpas, kurās manevrēt, kamēr tiek atrasta optimālā risinājuma stratēģija.

Rezumējot, ir dažādi veidi, kā problēmas var iedalīt – piemēram, labi strukturētas, daļēji strukturētas un nestrukturētas problēmas; problēmās, kas tiek dotas, kas tiek atklātas un kas tiek radītas; dažādu dzīves jomu un nozaru problēmas, un šo iedalījumu nosaukumi vairāk atkarīgi no dažādu autoru pieejām. Atsevišķi psiholoģijas zinātnē tiek izdalītas kompleksas problēmas, kas atšķiras ar to, ka sastāv no vairākiem mainīgajiem, kas dažādi mijiedarbojas, kā arī ir pakļaujas mijiedarbībai ar problēmas risinātāju. Šīs disertācijas ietvaros problēmu risināšana empīriski pētīta no komplekso problēmu pieejas, kur praktiski pētījumos katru problēmu reprezentē datorizēta mikrovide. Nākošajā apakšnodaļā sīkāk raksturoti dažādas pieejas problēmu risināšanas prasmju izpētē un to attīstības vēsture.

1.1.2. Problēmu risināšanas definīcijas un pieejas problēmrisināšanas prasmju pētīšanā

Šajā apakšnodaļā aplūkotas problēmu risināšanas definīcijas un sniegts ieskats problēmrisināšanas konstrukta pētniecības vēsturē un dažādās pieejās, kā šo procesu pētnieki klasificē. Sākumā būtiski nošķirt divus jēdzienus, kas tiek aplūkoti šajā disertācijā – problēmu risināšana un problēmu risināšanas prasmes. Psiholoģijas teorijās pārsvarā tiek runāts par problēmu risināšanu kā procesu, kas tiek tālāk attiecīgi definēts un analizēts. Savukārt, empīriskos pētījumos problēmu risināšana tiek operacionalizēta ar problēmrisināšanas prasmju jēdzienu, līdz ar to tiek

mērīts konkrētu prasmju līmenis. Turpmāk šajā nodaļā tiks skaidrota gan problēmu risināšanas jēdziena attīstība, gan izklāstītas atziņas par konkrētām problēmrisināšanas prasmēm.

Prasmes pēc būtības ir apgūstamas iemaņas, piemēram, skolā mācoties dažādas stratēģijas, kā tikt galā ar problēmu un kā domāt dažādus alternatīvus risinājumu veidus. Problēmrisināšanas prasmes attīstās pakāpeniski jau ļoti agrīnā vecumā, jo par problēmu risināšanas rudimentāru formu var uzskatīt arī, piemēram, maza bērna prasmi mērķtiecīgi pārvietot blakus novietotu rotaļlietu. Bērnam attīstoties, nākas risināt arvien jauna veida problēmas – gan sociālas, gan intelektuālas, gan praktiskas, līdz ar to var pieņemt, ka katrā no šīm jomām nepieciešamas atšķirīgas prasmes, lai spētu tikt galā ar attiecīgā veida problēmām.

Zinātniskajā literatūrā tiek aplūkota un atsevišķi pētīta problēmu risināšana dažādās jomās – komplekso problēmu risināšana, sociālo problēmu, praktisku dzīves problēmsituāciju, specifiskas jomas problēmu (piemēram, matemātikas, ķīmijas, medicīnas u.c.) un analītisko problēmu risināšana (Frensch & Funke, 1995). Tātad, problēmas var tikt risinātas dažādās jomās, kā arī atšķiras to sarežģītības pakāpe. Attiecīgi dažādām problēmām un problēmrisināšanas jomām pētnieki izstrādājuši arī dažādas metodes to mērīšanai – gan datorizētu testus, gan pašatskaites aptaujas. Mūsdienās problēmu risināšanas prasmju izpētei un apguvei pievērš ar vien lielāku uzmanību arī izglītības jomā, jo ir svarīgi, lai bērni apgūst prasmi tikt galā ar dažādām problēmsituācijām, un nākotnē spētu efektīvi funkcionēt sabiedrībā. Tālāk sniegts ieskats problēmu risināšanas pētniecības vēsturiskā attīstībā un skaidrots, kā dažādi autori definē problēmu risināšanu.

Problēmu risināšana psiholoģijas literatūrā aprakstīta, sākot no divdesmitā gadsimta sākuma – geštaltpsiholoģijas virziena ietvaros Vācijā, kur Karls Dunkers 1935.gadā izdeva grāmatu par problēmu risināšanu, kuras versija angļu valodā „*On problem solving*” („Par problēmu risināšanu” – latv.val.) izdota desmit gadus vēlāk (Dunker, 1945, kā minēts Novick, & Bassok, 2005). Dunkers definējis, ka problēmu risināšana notiek tad, kad indivīds sastopas ar tādu problēmu jeb mērķi, kuru nevar uzreiz sasniegt ar kādu darbību, bet ir jāpielieto domāšana, lai saprastu, kā no šī brīža stāvokļa sasniegt mērķa stāvokli (Dunker, 1945, kā minēts Novick, & Bassok, 2005). Autors savā darbā plaši izmantoja pētniecības metodi, kad dalībnieks verbalizē savas domas un tās tiek ierakstītas (*think aloud protocol* – angļu val.), un viņaprāt svarīga problēmu risināšanā ir atklāsme, kad indivīds pēkšņi saprot un izdomā kopsakarības, kas noved pie problēmas atrisinājuma. Tā kā insaits problēmu risināšanā notiek tad, kad tiek efektīvi pārstrukturizēta informācija par problēmā ietvertajiem elementiem, tad pieņemams, ka tas ir lielā mērā saistīts ar problēmas reprezentāciju jeb to, kā cilvēks problēmu ir atspoguļojis savā prātā.

Atšķirīgi no geštaltpsiholoģijas pieejas, problēmrisināšanas pētniecības virziens tālāk attīstījās 20.gadsimta sešdesmitajos gados, vairākiem pētniekiem aizsākot sociālo problēmu risināšanas izpēti.

Psiholoģijas pētnieki – augstskolas pasniedzēji – praksē novēroja to, cik radikāli atšķiras dažādu pirmkursnieku spējas tikt galā ar dažādām lielākām un arī ikdienas problēmsituācijām, kas būtībā uzskatāma par adaptācijas spēju, un nolēma pētīt šo jautājumu detalizētāk (D’Zurilla, 1984). Tika veikti pētījumi, lai izprastu, kā dažādi cilvēki risina problēmas, kā uztver problēmas, ar kurām sastapušies, un kā izprot savu spēju tikt galā ar dažādām grūtībām. Lai arī autori sākotnēji neuzsvēra, ka pēta tieši „sociālo” problēmu risināšanu, tomēr no viņu veidotās teorijas attīstījies tieši sociālo problēmu risināšanas virziens. Problēmu risināšanu teorijas autori definē kā procesu, kura laikā indivīdam tiek padarītas pieejamas vairākas problēmas risināšanas alternatīvas, kā arī tiek palielināta iespēja, ka indivīds izvēlēsies efektīvāko stratēģiju problēmas risināšanai (D’Zurilla & Goldfried, 1971). Pētnieki centušies problēmu risināšanas procesu izanalizēt, sadalot to konkrētākos posmos. Kā problēmu risināšanas stadijas sociālo problēmu risināšanas virzienā ir izdalītas šādas piecas stadijas: 1) *problēmas orientācija* – identificēt, kas ir par problēmu, pieņemt, ka problēmu situācijas ir normāla dzīves sastāvdaļa; 2) *problēmas definēšana* – novērtēt un formulēt atrisinājumu-mērķi; 3) *alternatīvu risinājumu ģenerēšana*; 4) *lēmuma pieņemšana* – izvēlēties efektīvāko stratēģiju; un 5) *risinājuma izpilde un pārbaude* (D’Zurilla & Nezu, 1982, kā minēts D’Zurilla, Chang, Nottingham, & Faccini, 1998). Šīs teorijas autori sevišķi uzsvēruši, ka ir iespējams apgūt, kā risināt problēmas un kā tikt galā ar dažādām grūtībām, attīstot spēju kontrolēt savas darbības un apgūt savas individuāli efektīvākās stratēģijas problēmu risināšanā (D’Zurilla & Goldfried, 1971; D’Zurilla, 1984). Uz teorijas pamata ir izveidots arī problēmrisināšanas psihoterapijas virziens, kas veicina problēmrisināšanas prasmju attīstību un nostiprināšanu (Nezu, Nezu, & D’Zurilla, 2012).

Paralēli sociālo problēmu risināšanas jomai attīstījās kognitīvā pieeja problēmu risināšanas izpētē, kas izveidojās tolaik pastāvošās kognitīvās psiholoģijas ietvaros (Newell & Simon, 1972, kā minēts Novick & Bassok, 2005). Nūvela un Saimona *Cilvēku problēmrisināšanas teorijas (Human Problem Solving Theory* – angļu val.) ietvaros problēmu risināšanu pētnieki definējuši kā meklējumiem pilnu procesu problēmas telpā, kas savieno sākotnējo informāciju ar vēlamu iznākumu – problēmas atrisinājumu (Newell and Simon, 1972, kā minēts Novick, & Bassok, 2005). Šo pētnieku mērķis bija atrast universālus pamatus, kas skaidrotu problēmu risināšanu, nenodalot kādu atsevišķu problēmu jomu. Autori atgriezās pie iepriekš pieminētā ģestaltpsiholoģijas pārstāvja Dunkera atziņām un pielietotajām metodēm, piemēram, domu gaitas verbalizēšanas, tomēr visu to pētīja caur sistemātisku un kognitīvu pieeju. Kognitīvā virziena ietvaros problēmu risināšanu aplūkoja caur informācijas apstrādes prizmu, pielīdzinot cilvēka domu gaitu un funkcijas datora veiktajām darbībām (Newell & Simon, 1972, kā minēts Ericsson, 2003). Saskaņā ar šo autoru idejām, problēmas risināšanas procesa ietvaros cilvēku var dēvēt un analizēt kā informācijas apstrādes sistēmu, kur viens solis noved pie nākamā, un katras darbības rezultāts ietekmē nākošo darbību. Balstoties uz kognitīvo

pieeju, svarīgi ir problēmrisināšanas procesi, kas notiek indivīda prātā – problēmas reprezentācija un stratēģiju jeb alternatīvu risinājumu ģenerēšana. Problēmas reprezentācija cilvēka prātā ir viens no svarīgākajiem posmiem problēmas risināšanā, jo parāda to, kā indivīds izprot problēmu. Tomēr bez reālas darbības jeb stratēģiju pielietošanas nevar būt runa par problēmas atrisināšanu (Novick & Bassok, 2005). Tiklīdz indivīds sastopas ar kādu problēmu, būtiska kļūst viņa iepriekšējā pieredze un zināšanas, jo no tām ir atkarīgs, kā problēma tiks reprezentēta jeb atspoguļota indivīda uztverē, kā arī tas, kādi soļi tiks plānoti, lai problēmu risinātu. Daļa no problēmu risināšanas pētniekiem fokusējas tieši uz reprezentācijas izpēti, savukārt citi pētnieki vairāk apraksta problēmu risināšanas soļus un stratēģijas. Atrisināt problēmas cilvēkam nereti traucē nepamatoti pieņēmumi problēmas reprezentācijā, kas balstās uz ierastajām prāta shēmām (Pretz, Naples & Sternberg, 2003). Klasiski tas tiek ilustrēts ar piemēru, kur indivīdam liek izdomāt risinājumu, kādā veidā varētu pievienot ūdeni traukā, kur jau atrodas sula, turklāt tādā veidā, lai abas vielas nesajaucas. Pētnieki skaidro, ka jebkāds šķidrums cilvēka prātā parasti ir šķidrā stāvoklī, tomēr tas var būt arī sasalis, tādējādi pilnībā mainot šādas problēmas reprezentāciju cilvēka prātā un tās risināšanas ceļu. Arī no kognitīvo spēju attīstības pakāpes būs atkarīgs tas, kā indivīds problēmu atspoguļos savā prātā, cik daudz spēš prātā paturēt informāciju un ar to manipulēt, kā arī tas, kā viņš spēš situāciju analizēt, izprast problēmas būtību un veidot risināšanas stratēģijas.

Kā atsevišķs un mūsdienās sevišķi spēcīgs virziens jau kopš divdesmitā gadsimta septiņdesmitajiem gadiem attīstījusies komplekso problēmu risināšanas izpēte (Beckmann & Guthke, 1995). Problēmu risināšanu šīs jomas pētnieki definē kā procesu, kas norisinās, lai savienotu esošo un vēlamu mērķa stāvokli, un šajā procesā iesaistīta gan domāšana, gan darbība, kurām ir vairākas pakāpes (Frensch & Funke, 1995). Kompleksām problēmām un to risināšanai raksturīgi, ka gan problēmas struktūra (ārēja vai mentāla problēmas reprezentācija), gan risināšanas process ietver daudzus savstarpēji saistītus elementus jeb kompleksu sistēmu, kas problēmas risināšanas gaitā mainās (Fischer, Greiff, & Funke, 2012). Komplekso problēmu uzbūve ir sarežģīta, ietver daudz mainīgos un šīs problēmas ir interaktīvas attiecībā pret problēmas risinātāja darbībām. Problēmu risināšana nereti tiek iedalīta šādās divās fāzēs: zināšanu uzkrāšana jeb informācijas iegūšana par problēmu, un zināšanu jeb stratēģiju pielietošana (Novick, & Bassok, 2005). Īpaši šīs divas fāzes tiek pētītas komplekso problēmu risināšanas pētījumos, kur zinātnieki mēģina saprast, kādi mainīgie (piemēram, kognitīvās spējas vai motivācija) spēj prognozēt to, kā indivīds veic izpēti, iepazīstoties ar problēmu, un to, kā izvēlētais stratēģijas tālāk tiek realizētas. Pētnieki šīs pieejas ietvaros attiecīgi sāka veidot datorizētus testus, kur iekļauti vairāki savstarpēji atkarīgi mainīgie, tādējādi veidojot kompleksu sistēmu jeb mikrovidi ar konkrētu tematiku. Tieši datorizētie testi spēj nodrošināt

problēmas un risinātāja mijiedarbību, tādējādi veidojot kompleksu sistēmu. Detalizēti par komplekso problēmu risināšanas pieeju izklāstīts 1.3. apakšnodaļā.

Literatūrā sastopamas arī dažādas citas problēmu risināšanas definīcijas. Atšķirīgs skatījums uz problēmām ir Anderam Eriksonam, kurš problēmrisināšanu sauc par attīstības procesu, lai sasniegtu eksperta līmeņa prasmes kādā jomā (Ericcson, 2003). Pēc autora uzskatiem, problēma rodas, kad cilvēks saskaras ar grūtāku uzdevumu, nekā viņš konkrētajā brīdī spējīgs izpildīt, un attiecīgi, tiekot galā ar šo problēmu, norit indivīda attīstība (Ericcson, 2003). Citi autori, savukārt, problēmu risināšanu ļoti vienkāršoti definē kā esošā stāvokļa transformēšanu vēlamajā mērķa stāvoklī (Lovett, 2002, kā minēts Greiff, Holt & Funke, 2013). Pēc būtības šī ir līdzīga definīcija Nūvela un Saimona iepriekš izvirzītajai definīcijai un norāda uz problēmrisināšanu kā aktīvu procesu – situācijas transformēšanu, kuras ietvaros var skaidri apzināties divus stāvokļus – sākotnējo situāciju un gala situāciju. Lai transformētu situāciju uz vēlamo stāvokli, svarīga ir gan problēmas izpratne, gan aktīva rīcība. Literatūrā tiek pieminēti arī citi problēmu risināšanas stadiju iedalījumi, un viens no tiem ietver šādas septiņas stadijas: *problēmas atpazīšana, problēmas mentāla reprezentācija, risinājuma stratēģijas izstrāde, zināšanu par problēmu organizēšana, mentālu un fizisku resursu atvēlēšana problēmas risināšanai, progresu novērošana un risinājuma izvērtēšana* (Pretz, Naples & Sternberg, 2003).

Atsevišķi vērta pieminēt arī vairākus apjomīgus pētījumu projektus, kuru ietvaros visā pasaulē tiek pētīta problēmu risināšana, un tiek salīdzināts problēmrisināšanas prasmju līmenis dažādos vecumos un valstīs. Viens no tiem ir OECD organizācijas veidotais starptautiskais izglītības pētījums PISA (*Programme for International Student Assessment* – angļu val.). Pētījuma PISA 2012 ietvaros problēmu risināšanā iesaistītos procesus definē līdzīgi kā citās iepriekš raksturotajās teorijās: *izpēte un izpratne, reprezentācija un formulēšana, plānošana un izpilde*, kā arī *novērošana un refleksija* (OECD, 2010). Arī šeit ir uzskatāmi redzams, ka būtiska ir gan problēmas reprezentācija, gan aktīvā risināšanas fāze. Saistībā ar izglītības jomu problēmrisināšanas fokuss laika gaitā mainījies no analītisko uz komplekso problēmrisināšanas prasmju pētīšanu, savukārt, tālākais izaicinājums ir pētīt problēmrisināšanas prasmes, kas parādās sadarbībā ar citiem (Greiff, Holt & Funke, 2013). Jaunāko problēmrisināšanas pieeju mērķis ir pētīt vēl atsevišķu problēmrisināšanas veidu, kas attiecas tieši uz problēmu risināšanu grupā, mijiedarbojoties vairākiem cilvēkiem (Griffin, Care & McGaw, 2012). Šādu uzstādījumi noteikuši visā pasaulē notiekošā projekta *Assessment and Teaching of 21st Century Skills* (Divdesmit pirmā gadsimta prasmju novērtēšana un mācīšana – *latv.val.*) autori, kuri izveidojuši apjomīgu datorizētu izpētes sistēmu, ar kuras palīdzību var noteikt arī katra indivīda ieguldījumu problēmas risināšanā, kas notiek sadarbojoties (Griffin, Care & McGaw, 2012). Pētnieki uzskata, ka veiksmīgai problēmu risināšanai būtiska ir ne tikai kognitīvā puse, bet arī indivīda

motivācija un iesaistīšanās – tā rāda arī jaunākie pētījumi (Eseryel, Law, Ifenthaler, Ge & Miller, 2014). Turklāt, iesaistīšanos veicina arī pašefektivitātes līmenis – piemēram, skolēni, kuri ir pārliecinātāki par savām spējām, jūtas vairāk iesaistījušies un motivēti risināti kompleksas problēmas datorizētā vidē. Tātad, jaunākie pētījumi norāda, ka svarīgi ir ne tikai attīstīt dažādas problēmrisināšanas stratēģijas, bet arī veicināt skolēnu interesi un pašefektivitātes izjūtu, lai veiksmīgāk viņus iesaistītu dažādu jaunu uzdevumu izpildē skolā, un attiecīgi vēlāk tie spētu veiksmīgāk risināt sarežģītas reālās dzīves problēmas.

1.1.3. Komplekso problēmu risināšana

Šajā apakšnodaļā raksturota komplekso problēmu risināšanas pieeja, uz kuru balstīta šīs disertācijas empīriskā daļa. Komplekso problēmu risināšanas izpēte ir attīstījusies kā atsevišķs un spēcīgs pētniecības virziens, un sevišķi pēdējos pāris gados šīs pieejas ietvaros veikti daudzi empīriski pētījumi un attīstīti datorizēti problēmu risināšanas prasmju testi (Funke, 2013). Komplekso problēmu risināšanas pieejā balstīts arī šīs disertācijas empīriskajā pētījumā lietotais problēmu risināšanas prasmju tests MicroFIN (Neubert, Kretzschmar, Wüstenberg, Greiff, 2014).

Komplekso problēmu risināšana tiek skaidrota kā interaktīvs domāšanas un darbību pilns process, kura ietvaros problēma sastāv no daudziem savstarpēji saistītiem elementiem, veidojot kompleksu sistēmu, turklāt šī sistēma ir mainīga jeb interaktīva attiecībā pret indivīda veiktajām manipulācijām (Frensch & Funke, 1995; Fischer, Greiff, & Funke, 2012). Komplekso problēmu risināšanā, līdzīgi kā vienkāršu problēmu risināšanā notiek gan situācijas izpēte, gan iegūtās informācijas pielietošana, lai nonāktu no esošā stāvokļa mērķa stāvoklī un problēmu atrisinātu. Kompleksas problēmas atšķiras, piemēram, no vienkāršām matemātikas jomas problēmām, kuras ir statiskas un kuru risināšanā var pielietot jau vispārzināmus scenārijus. Būtībā par kompleksām problēmām var uzskatīt arī dažādas situācijas reālajā dzīvē, kur ir iesaistīti vairāki mainīgie, piemēram, dažādi cilvēki un viņiem zināmā informācija, kas sākotnēji nav zināma, kā arī pats risināšanas process ietver mijiedarbību, kad operējot ar vienu mainīgo, izmainās kopējais problēmas kā kompleksas sistēmas stāvoklis.

Komplekso problēmu risināšana sastāv no diviem aspektiem: 1) zināšanu apguve (*knowledge acquisition* – angļu val.) un 2) zināšanu pielietošana (*knowledge application* – angļu val.) (Fischer, Greiff, & Funke, 2012). Zināšanu apguve tiek skaidrota kā informācijas ievākšana par problēmu, situācijas izpēte un spēja saprast, kādi noteikumi konkrētajā mikrovidē pastāv. Problēmu risināšanā tā ir nozīmīga daļa, kuras laikā arī veidojas problēmas reprezentācija – indivīda prātā vai, piemēram, attēlojot to ar vizuāliem, shematiskiem palīgīdzekļiem. Zināšanu pielietošana ietver aktīvo problēmrisināšanas daļu – jo svarīga ir ne tikai izpratne par problēmu, bet arī reāla praktiskā un

domāšanas darbība, lai sasniegtu mērķi, kā arī risinājuma ieviešana dzīvē. Zināšanu pielietošanas daļā indivīds lieto savas stratēģijas un par problēmsituāciju iegūto informāciju, lai sasniegtu vēlamu mērķa stāvokli. Turklāt svarīgi ir noteikto mērķi sasniegt maksimāli efektīvi – ar pēc iespējas mazāk gājieniem. Tas iespējams, ja indivīds ir maksimāli izpētījis problēmu un spēj veikli aptvert tajā iesaistītos mainīgos, kā arī paturēt prātā šo mainīgo kombinācijas un attiecīgās izmaiņas, ko tās rada, tātad būtiska loma problēmu risināšanā ir gan atmiņai, gan fluīdajam intelektam.

Lai gan problēmu risināšanā aktīvi iesaistīta gan uzmanība, gan darba atmiņa, tomēr komplekso problēmu risināšanas prasmes un kognitīvās spējas nevar uzskatīt par vienu un to pašu konstruktu (Greiff, Kretzschmar, Müller, Spinath & Martin, 2014). Pētnieki uzsver, ka problēmrisināšanas prasmes nav tas pats, kas kognitīvās spējas, un problēmrisināšanas prasmju pētniecību attīstīja ar mērķi pierādīt, ka tās labāk varētu raksturot reālās dzīves sniegumu, salīdzinot ar klasiskiem intelekta testiem. Tomēr jāuzsver, ka pētījumos kognitīvās spējas un komplekso problēmu risināšanas prasmes parāda statistiski nozīmīgas saistības un visbiežāk abi mainīgie tiek arī korelēti, lai pamatotu komplekso problēmrisināšanas testu validitāti (piem., Kretzschmar, Neubert, Wustenberg & Greiff, 2016). Problēmrisināšanas prasmes tiek uzskatītas kā vispārīgas iemaņas, kas pārnesamas un pielietojamas jebkurā jomā. Saistībā ar izglītības jomu komplekso problēmu risināšanas prasmi pētnieki sliecas aplūkot vairāk kā kompetenci, ko var mērķtiecīgi attīstīt (Kretzschmar & Süß, 2015). Pētnieki uzsver, ka tieši vispārīgā daba ir tas, kādēļ šīs prasmes ir tik svarīgi attīstīt, jo, ja indivīdam piemīt labi attīstītas problēmrisināšanas prasmes, tad viņš var veiksmīgi pielāgoties dažādām jaunām situācijām arī iepriekš nepazīstamās jomās. Mūsdienās šādas universālas prasmes (kompetences) ir būtiskākas, nekā konstantas iemācītas prasmes, kas veicamas tikai vienā jomā. Problēmu risināšanas prasmes atspoguļojas arī veidā, kā cilvēks pieiet dažādām problēmsituācijām vai jaunām, nepazīstamām situācijām – kā izpēta esošos apstākļus un kā veido tālākās stratēģijas situācijas risināšanai. Svarīgi ir tas, ka komplekso problēmu risināšanas prasmes iespējams precīzi pētīt, analizējot abus problēmrisināšanas aspektus – gan indivīda spēju apgūt esošo situāciju, gan spēju pielietot iegūto informāciju, lai sasniegtu mērķus.

Mūsdienās komplekso problēmu risināšanas prasmes pārsvarā tiek pētītas ar datorizētiem testiem, kur katrs uzdevums ir kādas situācijas simulācija, kas veido mikropasauli (*microworld* – angļu val.) jeb mikrovidi ar vairākiem savstarpēji saistītiem elementiem. Mērķis, lietojot šādas mikrovides, ir simulēt reālās dzīves dažādu jomu situācijas, ar kurām indivīdi varētu saskarties. Kā klasiski piemēri problēmu risināšanai šādos testos var tikt minēti šūšanas darbnīcas vadīšana un visu tās darbību plānošana, un jebkādas automātiskas iekārtas iepazīšana un operēšana ar to (Fischer, Greiff, & Funke, 2012). Vadošie jomas pētnieki uzsver, ka komplekso problēmu risināšanas prasmes visefektīvāk ir mērīt tieši ar datorizētiem testiem, jo tie spējīgi nodrošināt nepieciešamo situācijas

mainību un mijiedarbību ar indivīdu, līdz ko tas veic jebkādas darbības virtuālajā testa vidē. Kā rāda pētījumi, komplekso problēmu risināšanas prasmju rādītājus, kas tiek mērītas datorizēti, neietekmē tas, cik indivīds ir advancēts datorlietotājs (Greiff, Kretzschmar, Müller, Spinath & Martin, 2014). Starp datorzināšanām un komplekso problēmu risināšanas prasmēm ir tikai nenožīmīgas korelācijas, līdzīgi kā tas ir citiem spēju testiem, piemēram, datorprasmēm un kognitīvajām spējām.

Komplekso problēmu risināšanas prasmju pētnieki un testu attīstītāji uzsver problēmā jeb situācijā iesaistīto objektu mijiedarbības nozīmi šāda veida testos (Neubert, Kretzschmar, Wüstenberg, Greiff, 2014). Kompleksās problēmas atšķiras no vienkāršām problēmām tieši ar interaktivitāti starp problēmas mainīgajiem un problēmas risinātāju. Šādu mijiedarbības pakāpi, kur katram mainīgajam ir vairāki stāvokļi, iespējams panākt tikai datorizētos testos. Lai pētītu kompleksās problēmrisināšanas spējas, visvairāk izmantots tests MicroDYN, kurš lietots arī starptautiskajā izglītības pētījumā PISA 2012, tomēr paralēli attīstītas arī jaunas, uzlabotas testa versijas (Greiff, Holt & Funke, 2013).

Jaunākajā pētnieku veidotajā testā MicroFIN problēmas izpētes posmā indivīdam jāspēj izdomāt un izmēģināt maksimāli daudz variantu, kā mainīgie var tikt kombinēti un kāds ir rezultāts katrai no kombinācijām (Neubert, Kretzschmar, Wüstenberg, Greiff, 2014). Jaunākie pētījumi apliecina šī testa kriteriālo validitāti (Kretzschmar et al., 2016). Testa latviešu valodā adaptēta versija lietota arī šajā disertācijā problēmrisināšanas prasmju izpētei. Tests MicroFIN ir ar pieaugošu grūtības pakāpi un problēmsituācijās jeb mikro-vidēs iekļauto mainīgo skaits pieaug. Piemēram, uzdevumā ar akvāriju („*Fish-o-maton*” – angļu val.) ir trīs mainīgie – ūdens, barība un skābeklis, kurus var mainīt. Katram no tiem ir četri stāvokļi (no tukša līdz pilnam), un indivīdam, pildot testu, jāspēj izpētīt un izprast, kā šiem stāvokļiem kombinējoties, mainās akvārija stāvoklis (piemēram, zivis paliek vairāk vai mazāk, ūdens kļūst netīrs utt.). Savukārt, grūtākā uzdevumā ar veļas mašīnu ir vēl vairāk mainīgo – trīs veļas netīrības pakāpes, atzīme par veļas mazgāšanas procesa draudzīgumu labai ar diviem stāvokļiem, kā arī trīs krāsu kontroles, kur katrai ir vēl trīs stāvokļi. Grūtākie uzdevumi prasa īpaši attīstītu spēju tikt galā ar šādu jaunu, iepriekš nezināmu sistēmu, tātad paredzams, ka daļu no uzdevumiem varēs atrisināt vairums indivīdu, bet citus – tikai cilvēki ar ļoti attīstītām problēmrisināšanas prasmēm, iespējams, tie, kuri apzināti vai neapzināti veido dažādas stratēģijas, lai situāciju izpētītu un risinātu (Neubert, Kretzschmar, Wüstenberg, Greiff, 2014).

Izanalizējot dažādas psiholoģijas literatūrā minētās problēmu risināšanas definīcijas, problēmu risināšanas prasmes var raksturot kā spēju tikt galā ar dažāda veida problēmām (gan ikdienas un sociālām situācijām, gan apjomīgām un nepazīstamām problēmām), pārveidojot sākotnējo stāvokli mērķa stāvoklī (Newell and Simon, 1972, kā minēts Novick, & Bassok, 2005; Greiff, Holt & Funke, 2013). Disertācijas autore problēmrisināšanas prasmes skaidro kā nozīmīgas iemaņas, lai veiksmīgi

adaptētos dažādās dzīves situācijās, uzstādītu un sasniegtu mērķus, kā arī tiktu galā ar ikdienas situācijām un lielākām problēmām, sevišķi ar jaunām un nepazīstamām problēmām. Būtiskai lomai problēmu risināšanas prasmju apguvē ir jābūt skolai, jo jauniešiem, uzsākot patstāvīgas dzīves gaitas, būtu jāvar tikt galā ar dažādām grūtībām, kā arī uzstādīt un sasniegt savus mērķus. Problēmu risināšanas prasmes ir svarīgi pētīt paralēli tradicionāliem spēju un sasniegumu novērtējumiem, kā akadēmiskais sniegums vai kognitīvās spējas, jo tās parāda reālas prasmes, nevis tikai spēju potenciālu. Būtu svarīgi, lai bērni un jaunieši savas attīstības gaitā spēj radīt paši savas apzinātas stratēģijas, kā risināt dažādas problēmas.

Rezumējot, problēmu risināšana psiholoģijas zinātnē vēsturiski pētīta no dažādiem skatupunktiem – geštaltpsiholoģijas, sociālo problēmu risināšanas, kognitīvās psiholoģijas un no komplekso problēmu risināšanas perspektīvas, bet pēdējos gados strauji attīstījies komplekso problēmu risināšanas virziens, kura ietvaros tiek lietoti moderni datorizēti testi ar interaktīvu un kompleksu problēmas vidi. Šīs disertācijas ietvaros problēmu risināšanas prasmes tiek pētītas tieši no komplekso problēmu risināšanas perspektīvas, tāpat ar problēmu risināšanu saprotot spēju izprast kompleksas, interaktīvas problēmas ar vairākiem savstarpēji saistītiem mainīgajiem, un to ietvaros transformēt sākotnējo stāvokli vēlamajā mērķa stāvoklī. Problēmu risināšanas prasme empīriskā pētījuma ietvaros operacionalizēta, izmantojot datorizētu testu MicroFIN un izdalot vairākus mainīgos – zināšanu apguvi, kad notiek problēmas izpēte, un zināšanu pielietošanu, kad notiek problēmrisināšanas stratēģiju pielietošana, kā arī nosakot kopējo problēmu risināšanas prasmju rādītāju.

1.2. Kognitīvās spējas

1.2.1. Kognitīvo spēju modeļi psihometriskās pieejas ietvaros

Kognitīvās spējas, to mērīšana un individuālās atšķirības bijis nozīmīgs pētniecības temats jau no psiholoģijas kā zinātnes pirmsākumiem. Laika gaitā kognitīvās spējas un intelekts pētīti no dažādu pieeju skatupunkta, un arī mūsdienās pastāv atšķirīgas pieejas kognitīvo spēju un intelekta pētniecībā, piemēram, psihometriskā pieeja, intelekta attīstības, aprakstošo/integratīvo intelekta teoriju pieeja (Brody, 2000). Disertācijas autore savā darbā balstās uz psihometrisko pieeju, kuras ietvaros kognitīvās spējas klasiski tiek aplūkotas kā daļa no vispārīgāka latentā faktora – vispārīgā intelekta jeb “g” faktora. Tālāk raksturoti psihometriskajā pieejā balstītie kognitīvo spēju modeļi un to attīstība vēstures gaitā.

Par psihometriskās pieejas aizsācēju intelekta pētniecībā uzskatāms Čārlzs Spīrmens (Charles Spearman), kurš ne tikai izveidoja dažādas mūsdienās plaši lietotas statistikas metodes, piemēram, faktoranalīzi, bet arī bija autors idejai, ka intelektu veido vispārīgā intelekta spēja (*general ability*) jeb

„g” faktors (Spearman, 1904, kā minēts Wasserman, 2012; Brody, 2000). Spīrmens šo vispārīgo intelekta spēju pat dēvēja par „mentālo enerģiju”, tātad izprata to kā pamatu un dzinuli cilvēka mentālai funkcionēšanai. Spīrmenu aizrāva Vundta un Galtona idejas par precīzu sensoru mērījumu nozīmi pētniecībā, un viņam izdevās šīs idejas attīstīt līdz konkrētai intelektuālo spēju teorijai. Balstoties uz Spīrmena veiktajiem aprēķiniem un empīriski pamatotu teoriju, „g” faktors jeb vispārīgais intelekts raksturojams kā latentā spēja, kas ir pamatā pārējām specifiskām spējām. Turpmākie pētījumi parādīja, ka jebkurai konkrēti mērītu spēju kopai, piemēram, verbālai spriešanai, kvantitatīvajai spriešanai, vizuāli abstraktai spriešanai, īslaicīgai atmiņai un citām specifiskajām spējām ir iespēja izgūt g faktoru. Dažas no šīm spējām ar vispārīgo spēju korelē spēcīgāk, dažas vājāk. Lai arī visas kognitīvās spējas korelē ar vispārīgo spēju, tomēr katra no tām ir patstāvīga un nošķirama no citām, jo katrai no tām pamatā ir kāda latentā „specifiskā spēja”, ko tā nedala ar citām kognitīvajām spējām. Tas tātad arī pamato to, ka dažām kognitīvām spējām ir augstākas savstarpējas korelācijas, bet citas vāji korelē viena ar otru. Spīrmena idejas nenoliedzami ir dzīvotspējīgas vēl šobrīd un ir pamatā mūsdienu psihometriskās pieejas izpratnei par intelektu, pastāv vien diskusija par to, kādas tieši spējas ir izdalāmas kā atsevišķas kognitīvās spējas un kādā formātā šīs spējas savietojamas hierarhiskā struktūrā (piemēram, Carroll, 1993).

Spīrmena paustās idejas par vispārīgo „g” faktoru attīstīja Filips Vernons (Philip Vernon), kurš bija autors intelekta hierarhiskās struktūras modelim (Vernon, 1950, kā minēts Brody, 2000). Šajā modelī augstāko jeb abstraktāko līmeni veido Spīrmena „g” faktors, bet zemākos līmeņus konkrētākas kognitīvās spējas. Vernons uzskatīja, ka intelektam ir gan iedzimtā, gēnu noteiktā spēju daļa jeb potenciāls, gan reālās spējas, kuras izpaužas cilvēka darbībās un ir novērojamas, novērtējamas, piemēram, ar testiem. Lai gan mūsdienās Vernona teorija netiek pieminēta tik bieži, kā citas vēsturiskās kognitīvo spēju teorijas, tomēr tā ir būtiska, jo pavēra skatījumu uz intelektu kā hierarhiski organizētu konstrukt ar augstākajā līmenī esošo vispārīgo intelektu un zemāk pastāvošām konkrētākām kognitīvajām spējām – tādu, kā vairums psihometriskās pieejas pētnieki to redz mūsdienās.

Atšķirīgu viedokli par intelekta struktūru puda Reimonds Ketels, kurš bija studējis arī pie Spīrmena. Viņš nepiekrīt, ka pastāv viena latentā intelekta spēja jeb „g” faktors, bet izvirzīja duālu intelekta modeli (Cattell, 1963, kā minēts Davidson & Downing, 2000). Ketels uzskatīja, ka pastāv kristalizētais un fluīdais intelekts – divi patstāvīgi intelekta aspekti, kas nav uzskatāmi kā vienas vispārīgās intelekta spējas apakšfaktori, tomēr ir savstarpēji korelējoši. Fluīdais intelekts tika skaidrots kā iedzimta un no nervu sistēmas darbības atkarīga spēja, kas nodrošina spēju mācīties, izpratni par dažādu struktūru saistībām, abstraktu spriestspēju un spēju risināt problēmas. Kristalizētais intelekts, savukārt, tika skaidrots kā dzīves laikā uzkrāto zināšanu, informācijas, pieredzes atspoguļojums, kas

novērtējams ar verbāla satura testiem un ir lielā mērā kultūras noteikts. Džons Horns (John Horn), Ketela skolnieks, atbalstīja Ketela izvirzītās idejas un ir rakstījis, ka iedalījums fluīdajā un kristalizētajā spējā labi izskaidro indivīdu intelekta attīstību un izmaiņas mūža garumā (Horn, 1994, kā minēts Davidson & Downing, 2000). Horns attīstīja šīs idejas un papildināja fluīdā un kristalizētā intelekta modeli, izveidojot plašāku hierarhisku modeli. Fluīdajām un kristalizētajām spējām tika pievienotas vēl vairākas kognitīvās spējas: vizuālā apstrāde, audiālā apstrāde, vispārējās uztveres ātrums, vispārējā atmiņa un vispārējās izgūšanas no atmiņas spēja, apstrādes ātrums, rakstīšanas un lasīšanas spēja, kā arī kvantitatīvā spēja. Lai gan Ketels neatzina vispārīgās latentās spējas esamību, tomēr Ketela-Horna modelis uzskatāms par pamatu mūsdienu intelekta modeļiem, kuros ir ietverts arī augstākais līmenis ar vispārīgo spēju jeb „g” faktoru. Autore secina, ka Ketela un Horna paustās idejas par fluīdā un kristalizētā intelekta atšķirībām sasaucas ar iepriekš pieminēto Vernona teoriju par to, ka intelekts iedalāms ģenētiski noteiktās un dzīves laikā attīstāmās spējās. Lai gan šobrīd ir pieņemts, ka tik vienkāršoti intelektu gluži iedalīt nevar, tomēr mūsdienu teorijas apstiprina dažādu kognitīvo spēju atšķirīgo saistību ar vispārīgo „g” faktoru (Schneider & McGrew, 2012).

Mūsdienās intelekta izpētē pētnieki bieži balstās uz tā dēvēto Ketela-Horna-Kerola modeli, kas apkopo jau pieminēto Ketela-Horna modeli un Džona Kerola (John Carroll) trīs stratu modeli (Carroll, 1993, McGrew, 1997, p.152, kā minēts Schneider & McGrew, 2012). Kerols paveicis apjomīgu darbu, analizējot iepriekš veiktos pētījumus un teorētiskos konceptus, kā arī statistiski apstrādājot un veicot aprēķinus ar vairāku gadu desmitu uzkrātajiem kognitīvo spēju pētījumu datiem. Analizējot pētījumus, kas balstījās uz Ketela-Horna pieeju, Kerols attīstīja šīs idejas un apkopoja jaunā, visaptverošā hierarhiskā modelī. Kerola pamatotajam trīs stratu kognitīvo spēju modelim raksturīga atgriešanās pie Spīrmena idejas par vispārīgo intelekta spēju – latentu mainīgo, kas pārstāv visas kognitīvās spējas. Kerola piedāvātajā modelī kognitīvās spējas savietotas trīs līmeņos. Augstākajā līmenī atrodas vispārīgais intelekts jeb *g* faktors. Otro līmeni šajā izveidotajā struktūrā veido astoņas plašākas kognitīvās spējas: *fluīdais intelekts, kristalizētais intelekts, vispārējā atmiņa un mācāmība, plašā vizuālā uztvere, plašā audiālā uztvere, plašā reproducēšanas spēja, plašā kognitīvo procesu ātruma un apstrādes ātruma spēja* (Carroll, 1993), savukārt, trešo līmeni veido vēl sīkāk iedalāmas spējas. Tieši trešā līmeņa spējas ir tās, kas raksturo konkrētus mērījumus, tātad ar trešo līmeni spējas tiek operacionalizētas. Piemēram, verbālās spējas, kas ir plašāks faktors, iedalāmas gan sinonīmu izpratnes, antonīmu izpratnes, verbālo analogiju izpratnes un citās spējās, kas mērāmas katra ar savu atšķirīgu kognitīvo spēju testu. Balstoties uz Kerola veikto plašo analīzi, tika piedāvāts Ketela-Horna-Kerola (KHK) kognitīvo spēju modelis (McGrew, 1997, p.152, kā minēts Schneider & McGrew, 2012), kurš saglabā trīs hierarhiskus līmeņus. Saskaņā ar KHK modeli, otrajā līmenī iekļaujamās šādas spējas: *fluīdā spriešana, vispārīgās zināšanas (kristalizētais intelekts), īslaicīgā*

atmiņa, vizuālā apstrāde, audiālā apstrāde, ilgtermiņa atmiņu izgūšana, apstrādes ātrums, lēmuma pieņemšanas jeb reakcijas ātrums, lasīšanas un rakstīšanas spēja, un kvantitatīvās zināšanas (McGrew & Flanagan, 1998). Mūsdienās lielākā daļa psihometriskās pieejas intelekta pētnieku balstās uz Ketela-Horna-Kerola kognitīvo spēju modeli (Brody, 2000), piemēram, konstruējot intelekta testus. Latvijā tiek lietoti divi šādi testi –Vudkoka-Džonsones kognitīvo spēju tests (Woodcock-Johnson, 1989; Raščevska & Upzare, 2001) un Vekslera bērnu intelekta testa ceturtā versija (WISC-IV) (Wechsler, 2003).

Lai gan Ketela-Horna-Kerola modelis ir visnotaļ plaši atzīts, kognitīvo spēju un intelekta kā konstrukta izpēte līdz ar to nav apstājusies, un pētnieki meklē veidus, kā jau pieminēto modeli papildināt, pārveidot un kādos jaunos veidos kognitīvās spējas iespējams grupēt. Šneiders (Joel Schneider) un Makgrū (Kevin McGrew) (Schneider & McGrew, 2012) turpinājuši attīstīt Ketela-Horna-Kerola modeli, ietverot vēl vairākas otrā līmeņa plašās spējas, nosaucot to par otro modeli. Kognitīvās spējas tiek grupētas savādāk kā iepriekš. Piemēram, kristalizētām jeb uzkrātajām zināšanām modelī tiek pievienotas rakstīšanas, lasīšanas un kvantitatīvās spējas. Savukārt, atmiņa kā funkcionāla grupa ietver sevī gan īslaicīgo (vai darba atmiņu), gan ilglaicīgo atmiņu. Šajā modelī ir kopumā sešpadsmit otrā līmeņa jeb plašās spējas, kas ir šādas: *kvantitatīvās zināšanas, rakstīšana un lasīšana, uzkrātās zināšanas, fluīdā spriešana, īstermiņa atmiņa, ilgtermiņa atmiņa un izgūšana, vizuālā apstrāde, audiālā apstrāde un apstrādes ātrums*, kā arī autori kā plašākas spējas apraksta *satura specifiskās zināšanas, reakcijas un lēmumu pieņemšanas ātrumu, psihomotoro ātrumu, kinestētiskās, psihomotorās un citu maņu – ožas un taustes – spējas*. Salīdzinot Ketela-Horna-Kerola un Šneidera un Makgrū idejas, secināms, ka abos kognitīvo spēju modeļos vērojamas gan līdzības, gan atšķirības. Arī jaunākajā modelī ir saglabāta hierarhiskā struktūra un atzīta „g” faktora esamība, lai gan autori pieļauj, ka „g” nav spēja pati par sevi, bet tikai statistiski iegūts konstrukts, kurš reprezentē visas modelī iekļautās kognitīvās spējas (Schneider & McGrew, 2012). Tomēr vērojamas arī atšķirības veidā, kā spējas tiek definētas un grupētas un kādas tieši kognitīvās spējas iekļautas modelī, piemēram, jaunajā modelī atsevišķi izdalītas kvantitatīvās spējas. Kvantitatīvās spriešanas un zināšanu lomas akcentēšana ietekmēja arī autores lēmumu iekļaut kvantitatīvo spriešanu disertācijas pētāmo mainīgo sarakstā. Jaunais modelis ietver daudz vairāk dažādu veidu spējas un piedāvā grupēt tās gan pēc to funkcionalitātes, gan pēc konceptuālā iedalījuma – specifiskas jomas vai nespecifiskas, vispārīgas spējas. Interesanti, ka Šneiders un Makgrū būtībā atgriežas pie Galtona un citu deviņpadsmitā gadsimta beigu pētnieku idejām par sensoro spēju nozīmīgumu, iekļaujot tās sensorimotoro spēju grupā. Jāsecina, ka pētnieku piedāvātais modelis ir diezgan plašs un komplicēts, kā arī raisa dažādus jautājumus par spēju iedalījumu, piemēram, kvantitatīvās spriešanas spēja iekļautas fluīdās spriešanas grupā, savukārt matemātiskās zināšanas un matemātiskie sasniegumi iekļauti

atsevišķā kvantitatīvo spēju grupā. Tādā veidā autori uzsver, ka vispārīga kvantitatīva spriešana ir relatīvi neatkarīga no kvantitatīvām zināšanām, kas pamatojas vispārīgo matemātisko zināšanu apguvē un izpratnē (Schneider & McGrew, 2012).

Rezumējot psihometriskajā pieejā balstīto intelektu modeļu vēsturisko attīstību, jāsecina, ka tie viens otru loģiski un secīgi papildina, un gadsimtu mijā veidotais otrais Ketela-Horna-Kerola hierarhiskais intelekta modelis ir kā universāls un sistemātisks visā divdesmitā gadsimtā uzkrāto zināšanu apkopojums, kurā apvienots labākais, ko dažādi autori pamatojuši empīriskos pētījumos un formulējuši atbilstošās teorijās. Lai gan psihometristi turpina attīstīt kognitīvo spēju modeļus, tomēr vairums mūsdienu pētījumu balstās uz pirmo Ketela-Horna-Kerola modeli. Tajā uzsvērts, ka vispārīgais intelekts jeb „g” faktors ir kā latentais mainīgais, kuru pārstāv atsevišķas plašākas kognitīvās spējas un tās savukārt mērāmas ar šaurākām spējām. Šīs disertācijas autore pētījuma empīriskajā daļā izvēlējusies pētīt vairākas kognitīvās spējas, kas ir būtiskas disertācijas pētāmo problēmu kontekstā un par kurām detalizēti aprakstīts nākošajā apakšnodaļā.

1.2.2. Pētījumā mērīto kognitīvo spēju izvērsts raksturojums

Iepriekšējā apakšnodaļā tika sniegts ieskats dažādos psihometriskā pieejā balstītos kognitīvos spēju jeb intelekta modeļos, kas attīstījušies vēstures gaitā. Atbilstoši mūsdienu hierarhiskiem intelekta modeļiem (Carroll, 1993, Schneider & McGrew, 2012), plašākas kognitīvās spējas veido modeļu otro līmeni. Plašākas kognitīvās spējas iedalāmas vēl sīkāk – šaurās spējās, un katru no tām var operacionalizēt ar konkrētu kognitīvo spēju testu. Šīs doktora disertācijas empīriskais pētījums balstās uz vairāku plašu kognitīvo spēju izpēti – fluīdo spriešanu, kas sīkāk iedalāma verbālā fluīdā spriešanā, vizuāli telpiskā fluīdā spriešanā (neverbālā fluīdā spriešana) un kvantitatīvajā fluīdā spriešanas spējā, un darba atmiņu, kas reprezentē nozīmīgo atmiņas sadaļu intelekta modelī. Jāpiebilst, ka verbālā fluīdā spriešana, ko mēra verbālo analogiju uzdevumi, daļēji attiecas gan uz fluīdo, gan kristalizēto intelektu, jo pilnībā šāda veida uzdevumos nevar izslēgt iepriekš uzkrāto zināšanu klātbūtni un lietošanu. Arī neverbālās spējas var būt daļēji kristalizētā intelektā (apgūtās zināšanās) balstītas. Turpmāk raksturotas visas pētījuma empīriskajā daļā iekļautās kognitīvās spējas.

No iepriekš apskatītajiem intelekta modeļiem secināms, ka vairumā no tiem kā viena no nozīmīgākajām kognitīvajām spējām minēta fluīdā spriešana jeb fluīdais intelekts (Carroll, 1993; Schneider, & McGrew, 2012). Reizēm pētnieki fluīdo spriešanu (Gf) uzskata un sauc arī par „g” jeb vispārīgo intelektu, īpaši nenošķirot to atšķirības, jo tieši fluīdā spriešana visaugstāk prognozē „g” faktoru, kā arī teorētiski atbilst intelekta spējas raksturojumam (Carroll, 1993; Salthouse & Pink, 2008). Tomēr šāda fluīdās spriešanas novienādošana ar intelektu kopumā uzskatāma par aplamu, ja pieņem, ka intelektu veido arī spējas, kas reprezentē, piemēram, apgūtās zināšanas un atmiņu. Fluīdā

spriešana tiek definēta kā kontrolēta spēja fokusēt uzmanību uz jaunu problēmu risināšanu, kuras nevar atrisināt, balstoties uz iepriekš apgūtām zināšanām, pieredzi un shēmām (Schneider, & McGrew, 2012). Fluīdā spriešana nodrošina spēju saskatīt sakarības starp dažādiem stimuliem, izprast nepazīstamas situācijas un jēdzienus. Fluīdais intelekts tiek uzskatīts par lielā mērā iedzimtu un no nervu sistēmas īpatnībām atkarīgu spēju, kas nodrošina spēju izprast dažādu struktūru saistības, apgūt jaunu informāciju un risināt jaunas, iepriekš nepazīstamas problēmas (Cattell, 1963, kā minēts Davidson & Downing, 2000). Tātad fluīdā spriešana raksturojama kā universāla, jomas nespecifiska spēja, kura tiek pielietota dažādās jaunās situācijās, to skaitā arī problēmu risināšanā. Visbiežāk pētījumos tiek pētītas sakarības tieši starp fluīdo spriešanu un komplekso problēmu risināšanu (piemēram, Danner et al., 2011, Neubert et al., 2014; Greiff et al., 2014). Šī iemesla dēļ fluīdais intelekts ir iekļauts disertācijas pētījumā mērāmo mainīgo sarakstā.

Visbiežāk fluīdo spriešanu mēra ar neverbālu stimulu testiem, piemēram, ar dažādām attēlu matricām ar iztrūkstošu daļu (piemēram, Raven, 1958). Neverbālie vizuālie testi nodrošina to, ka pārbaudītas tiek spējas, ko nav ietekmējusi kultūra un valoda, kas saistāmas jau ar kristalizēto intelektu. Tomēr, disertācijas autore uzskata, ka ir īpaši svarīgi saprast un izpētīt arī fluīdās kvantitatīvās spriešanas spējas un fluīdās verbālās spriešanas spējas (saistītās ar fluīdo intelektu), sevišķi mūsdienās, kad informācijas telpā ātri uztverami un apstrādājami stimuli ir gan vizuāli, gan verbāli un indivīdam jāspēj izprast jaunas sakarības starp verbāliem stimuliem, piemēram, līdzīgi kā verbālajās analogijās, kur jāpārnes saikne starp vieniem jēdzieniem uz citiem.

Balstoties uz vispārējo fluīdās spriešanas definīciju, var atsevišķi definēt arī katru tai piederošo šaurāko kognitīvo spēju, plānotu pētīt šajā disertācijā. Tālāk piedāvātas autore veidotas definīcijas par pētījumā lietotajām kognitīvajām spējām. Verbālā spriešana tiek definēta kā spēja izprast sakarības starp verbāliem stimuliem, piemēram, vārdiem, teikumiem un jēdzieniem, kā arī risināt nepazīstamas problēmas, kas satur pazīstamu verbālu informāciju. Verbālā spriešana ir ļoti būtiska spēja, jo saistīta ar valodu – cilvēkiem raksturīgo domāšanas un izteikšanās līdzekli. Tomēr šī saistība ar valodu rada arī problēmu, jo verbālās spriešanas spēja ir saistīta arī ar kristalizēto intelektu – iepriekš apgūtām, parasti valodā balstītām vispārīgām zināšanām, nostiprinātām dzīves pieredzē. Lai gan verbālās spriešanas testi var nodrošināt nepieciešamo uzdevumu – izprast sakarības un risināt problēmas, kuras ir indivīdam jaunas – tomēr to risināšanā izpaudīsies arī kristalizētās spējas, piemēram, uzkrātās zināšanas par dažādiem jēdzieniem. Līdz ar to, šī testa rezultāti arī attiecīgi ir jāinterpretē kā daļēji piederīgi arī kristalizētam intelektam.

Līdzīgi kā verbālo spriešanu, arī kvantitatīvo spriešanu var definēt kā spēju atklāt jaunas, iepriekš nezināmas sakarības, tikai šajā gadījumā – starp kvantitatīviem jeb skaitliskiem simboliem. Līdzīgi kā verbālai fluīdai spriešanai, arī kvantitatīvai spriešanai ir dualistiska daba, tā daļēji raksturo

arī kristalizēto intelektu – izglītības vidē apgūtās matemātiskās zināšanas. Bez aritmētisko darbību pamatzināšanām ir grūti, piemēram, noteikt sakarības starp iepriekš neredzēto skaitļu virkņu elementiem.

Sakarā ar to, ka fluīdam intelektam ir dažādas saturiskas dimensijas, kuras varētu būt lietojamas tā mērīšanai (jau iepriekš minētās – verbālā, neverbālā un kvantitatīvā), ir svarīgi, ka fluīdā spriešana tiek mērīta ar vairākiem testiem, kas balstās uz atšķirīgiem stimuliem. Tomēr neverbālā spriešana ir universālāka jeb kultūrneatkarīgāka no fluīdās spriešanas spējām un būtībā to var definēt tāpat kā visu plašāko fluīdo spēju kopumā – spēju kontrolēti noturēt uzmanību, lai risinātu jaunas, nepazīstamas problēmas, un izprastu sakarības starp dažādiem stimuliem (Schneider, & McGrew, 2012). Tāpat arī tā ir tuvāka „g” faktoram jeb vispārīgai spējai. Savukārt, visas šaurākas kognitīvās spējas, kas iekļautas kā daudzdimensionāla konstrukta – fluīdā intelekta – dimensijas, nodrošinās plašāku tā pārstāvniecību starp saturiski dažādiem stimuliem - verbāliem, kvantitatīviem un vizuāli telpiskiem.

Atmiņa un mācāmība ir otra svarīgākā plašā kognitīvā spēja Ketela-Horna-Kerola intelekta modelī (Carroll, 1993; Salthouse & Pink, 2008), kas šajā disertācijā operacionalizēta kā darba atmiņa. Balstoties uz Ketela-Horna-Kerola modeli, šī spēja tiek pārsvarā mērīta kā īslaicīgā vai asociatīvā atmiņa, bet ar apzīmējumu „īslaicīgā atmiņa” autori parasti saprot plašāku jēdzienu, kas iekļauj gan spēju informāciju iekodēt prātā, īslaicīgi paturēt to prātā, kā arī vienlaicīgi ar to manipulēt jeb to apstrādāt (Carroll, 1993; Schneider, & McGrew, 2012), kas lielā mērā saplūst ar darba atmiņas jēdzienu. Tomēr, lai būtu precīzi, jāraksturo būtiskākās atšķirības starp īslaicīgo atmiņu un darba atmiņu, kas sevišķi izpaužas šo abu spēju testos. Ja īslaicīgā atmiņa ir spēja neilgu laika sprīdi paturēt prātā noteiktu informācijas daudzumu un tad to izgūt no atmiņas (piemēram, noklausīties vairākus vārdus un tad tos nosaukt) un mentāla manipulācija ar informāciju nav nepieciešama komponente, tad darba atmiņa jau ir komplicētāka, jo tā nodrošina spēju ar prātā esošo informāciju manipulēt jeb veikt tās apstrādi, pirms informācija tiek reproducēta (piemēram, noklausīties vairākus skaitļus, paturēt tos prātā, apgriezt pretējā secībā un tad nosaukt pretējā secībā, nekā sākotnēji tie tika nosaukti) (Toplak et al., 2010). Darba atmiņa var tikt definēta kā kognitīva sistēma, kas ļauj neilgu laiku prātā paturēt informāciju un ar to manipulēt, lai mērķtiecīgi vadītu tālāku uzvedību (Baddeley & Logie, 1999). Saskaņā ar Ketela-Horna-Kerola modeli darba atmiņa uzskatāma par šaurāka līmeņa spēju, kas, kopā ar īslaicīgās atmiņas apjomu, veido plašāku kognitīvo spēju – īslaicīgo atmiņu (Schneider, & McGrew, 2012). Šneiders un Makgrū bija nolēmuši savā modelī atteikties no jēdziena „darba atmiņa”, tā vietā lietojot jēdzienu „uzmanības kontrole”, tomēr uzskatīja, ka tas tiktu saistīts tikai ar uzmanības, nevis atmiņas spēju, līdz ar to palika pie esošā termina “darba atmiņa”. Pētnieki uzsver, ka īslaicīgā atmiņa spēj nodrošināt kontrolētu informācijas apstrādi tikai ļoti īsā laika sprīdī un tā viegli pakļaujas

izzušanai, ja indivīda uzmanība tiek novērsta ar kādu citu informāciju, tomēr īslaicīgā kā darba atmiņa nodrošina arī ļoti veiklu informācijas apstrādi un manipulāciju ar to (Schneider, & McGrew, 2012).

Darba atmiņa tiek cieši saistīta ar vadības funkcijām jeb apzināti vadītu kontroli pār informācijas iekodēšanu, apstrādi, pārveidošanu un izvadi (Schneider, & McGrew, 2012). Tā kā viens no vadības funkciju veidiem ir darba atmiņas atjaunināšanas spēja, kas ir līdzīga, bet operacionalizējot kļūst vēl komplicētāka par vienkārši darba atmiņu, tad ir tikai loģiski, ka pētījumos parādās ciešas saistības starp abiem konstruktiem – darba atmiņu kā kognitīvo spēju un vadības funkciju – “darba atmiņas atjaunināšana” (Miyake, Friedman, Rettinger, Shah, Arbor & Hegarty, 2001). Darba atmiņa pati par sevi ietver vadības komponenti (Baddeley & Hitch, 1974). Par darba atmiņas komponenti pētnieki runā gan tīri no vadības funkciju pētniecības viedokļa (Barkley, 2012), gan kognitīvo spēju modeļu skatījumā. Darba atmiņa ir neatņemama indivīda dzīves regulācijas sastāvdaļa, tāpēc tiek ietverta gan vadības funkciju (Miyake et al., 2000), gan kognitīvo spēju modeļos (Schneider, & McGrew, 2012). Kaut gan jaunākie intelekta modeļi tieši neietver vadības funkcijas, bet kā redzēsim turpmākajā literatūras pārskatā, vadības funkcijas nozīmīgi korelē gan ar vispārīgo intelektu, gan ar plašākām kognitīvām spējām, jo vadības funkcijas, īpaši darba atmiņa, ir iesaistītas kognitīvo procesu norisē. Par abu terminu – darba atmiņa un darba atmiņas atjaunināšana – pārklāšanos diskutēts arī nākamajā nodaļā par vadības funkcijām.

Kā viena no nozīmīgākajām plašām kognitīvām spējām intelekta modeļos iekļauts arī kristalizētais intelekts (Carrol, 1993; Schneider, & McGrew, 2012; Hunt, 2011), tomēr empīriskajos pētījumos šī spēja tiek pētīta mazāk, jo praktiski ir grūtāk psihometriski nomērīt indivīdu uzkrātās vērbālās zināšanas un faktus dažādās jomās. Nereti kristalizētais intelekts no pētījumiem, kuros nelieto pilnus intelekta testus, tiek izslēgts vispār. Pētnieki šādos gadījumos analizē latento g faktoru jeb vispārīgo intelekta spēju, balstoties tikai uz fluīdās spriešanas un darba atmiņas mērījumiem (piemēram, Greiff et al., 2014) vai arī praktiski mēra fluīdo intelektu, ko tālāk apzīmē ar vispārīgāku terminu “spriešana” (piem., Neubert et al., 2014). Sevišķi tas raksturīgi pētījumos par problēmu risināšanu, jo tiek pieņemts, ka tieši fluīdā spriešana un darba atmiņa labāk prognozē spēju risināt dažādas jaunas problēmas, kas nepārstāv specifiskā jomā uzkrātas zināšanas (Fischer, Greiff & Funke, 2012; Greiff et al., 2013).

Rezumējot, šīs doktora disertācijas empīriskajā pētījumā ir lietderīgi mērīt vairākas ar g faktoru visciešāk saistītas kognitīvās spējas – neverbālā spriešana, verbālā spriešana, kvantitatīvā spriešana un darba atmiņa. Pēc būtības, no visām šīm četrām spējām pirmās trīs ir šaurāka līmeņa kognitīvās spējas un mēra fluīdās spriešanas dažādas modalitātes, kas iekļaujas psihometriskās pieejas Ketela-Horna-Kerola intelekta modelī kā plašāka jeb otrā līmeņa kognitīvā spēja (Carroll, 1993; McGrew, & Flanagan, 1998). Jāpiebilst gan, ka verbālā spriešana, kas visbiežāk tiek mērīta ar verbālo

analoģiju uzdevumiem, reprezentē ne tikai fluīdo spēju, bet arī kristalizēto spēju jeb uzkrātās zināšanas, jo, lai atrisinātu uzdevumus, nepieciešama izpratne par uzdevumos izmantotajiem jēdzieniem. Tā kā pēc Makgrū uzskatiem īslaicīgā atmiņa teorētiski iekļauj darba atmiņas konstrukt, tad KHK modeļa vispārējās atmiņas un mācāmības plašās spējas operacionalizācija kā darba atmiņa ir pilnīgi adekvāta pieeja šī modeļa attiecīgās plašās spējas izpratnē. Piebilstams, ka darba atmiņa kā kognitīvā spēja teorētiski pārklājas ar darba atmiņas atjaunināšanu kā vadības funkciju, tomēr abas spējas operacionalizētas ar dažādiem uzdevumiem un tāpēc teorijas apskatā tiek raksturotas atsevišķi. Tātad šīs disertācijas pētījumā tiks mērītas šādas šaurākas kognitīvās spējas – darba atmiņa, verbālā spriešana, kvantitatīvā spriešana un neverbālā spriešana, kuras kopumā atspoguļo divas plašāka līmeņa kognitīvās spējas – fluīdo spriešanu un īslaicīgo atmiņu (KHK modelis).

1.3. Vadības funkcijas

1.3.1. Vadības funkciju definīcijas un pieejas to pētīšanai

Psiholoģijas literatūrā atrodami daudz dažādi vadības funkciju skaidrojumi, kas pārstāv atšķirīgas pieejas vadības funkciju pētīšanā. Tālāk iztirzātas vairākas teorētiskas un metodoloģiskas pieejas vadības funkciju izpētei, kā arī apkopotas dažādas šī konstrukta definīcijas.

Sākumā jāsniedz neliels ieskats vadības funkciju pētniecības vēsturē. Psiholoģijas zinātnē pirmie mēģinājumi izprast un aprakstīt vadības funkcijas, nenosaucot vēl tās ar šādu terminu, aizsākās jau 19. gadsimta vidū (Harlow, 1848, kā minēts Barkley, 2012). Šajā laikā tika analizēts un detalizēti aprakstīts bēdīgi slavenais gadījums ar vīrieti, kam cauri galvaskausam bija izdūries metāla stienis un daļa no prāta funkcijām bija saglabājušās, bet citas tika izmainītas vai traucētas (Harlow, 1848, kā minēts Barkley, 2012). Pēc šī notikuma arvien vairāk tika aprakstīti empīriskos novērojumos balstīti teorētiski pieņēmumi par dažādu smadzeņu daļu funkcijām. Pētnieku interese par smadzeņu darbību attīstījās gan no bioloģiskās, gan psiholoģiskās perspektīvas. Divdesmitā gadsimta septiņdesmitajos gados ar terminu „vadības funkcijas” sāka apzīmēt smadzeņu pieres daivas noteiktas aktivitātes, kas saistītas ar cilvēka uzvedības vadību un kontroli (Pribram, 1973, kā minēts Barkley, 2012), tādējādi veidojās plaši izplatīts priekšstats, ka pieres daivas funkcijas pielīdzināmas vadības funkcijām kā viens pret vienu. Piemēram, Pribrams rakstījis, ka vadības funkcijas un tieši pieres daiva ir nozīmīga ienākošo stimulu (*input* – angļu val.) apstrādei un izejošai (*output* – angļu val.) uzvedībai jeb atbildes reakcijai (Pribram, 1973, kā minēts Barkley, 2012). Mūsdienās vairs nepastāv tik šaura vadības funkciju sasaiste tikai ar pieres daivu. Laika gaitā skatījums uz vadības funkcijām kļuvis plašāks, tomēr arī daudzpusīgāks, jo vadības funkcijas tiek pētītas no klīniskās, kognitīvās un attīstības psiholoģijas, kā arī psihometriskās perspektīvas.

Lai gan vadības funkcijas tiek pētītas jau salīdzinoši sen, joprojām ir atšķirīgi viedokļi par to, kā precīzi tās definēt, un vairāki autori savos darbos apkopojuši vairākus desmitus dažādu vadības funkciju definīciju (piemēram, Barkley, 2012; Goldstein, Naglieri, Princiotta & Otero, 2014). Literatūras avotos un definīcijās vadības funkcijas tiek dēvētas gan par procesiem, gan spējām, gan mehānismiem, kas tikai apliecina neskaidrību un vienotības trūkumu sakarā ar šī konstrukta izpēti. Izanalizējot dažādas definīcijas, secināms, ka daļa no tām ir ļoti vispārīgas, savukārt, daļa definīciju sniedz ļoti konkrētu vadības funkciju uzskaitījumu.

Literatūrā daudz citēts Velšas un Peningtona uzskats, ka „vadības funkcijas var definēt kā spēju uzturēt konkrētu problēmrisināšanas ievirzi jeb apstākļus, lai sasniegtu kādu nākotnes mērķi” (Welsh & Pennington, 1988, p.201, kā minēts Goldstein, Naglieri, Princiotta & Otero, 2014). No šīs definīcijas izriet vadības funkciju saistība gan ar problēmu risināšanu, gan mērķu sasniegšanu. Secināms, ka tieši mērķtiecīga, ne automatizēta darbība ir vadības funkciju atbildībā. Līdzīgi uzskata arī citi autori – vieni no mūsdienu vadošajiem vadības funkciju pētniekiem šīs funkcijas raksturo kā mentālu procesu kopumu, kura ietvaros cilvēka uzvedība tiek vadīta uzstādītā mērķa sasniegšanai (Goldstein, Naglieri, Princiotta & Otero, 2014).

Vadības funkcijas ir termins, kas aptver vairākas spējas, nevis kādu vienu abstraktu vadības funkciju. Lai indivīds izpildītu kādu darbību, tiek iesaistīti dažādi procesi, kas sekmē šīs darbības realizēšanu – gan ierosa, gan kavēšana, kā arī pārslēgšanās un darba atmiņa. Tāpēc vadības funkcijas ir pieņemts skatīt kā virsējēdzienu (*an umbrella term* – angļu val.) vairākām atsevišķām spējām jeb funkcijām, kam katrai ir sava atšķirīga nozīme – piemēram, darbības kavēšanai un darbības ierosināšanai būs pretēja ietekme, tomēr abas šīs spējas ir būtiskas, lai cilvēks realizētu savus mērķus (Barkley, 2012).

Kā ļoti vispārīgu vadības funkciju skaidrojumu var minēt šo – „...vadības funkcijas ir procesi, kas kontrolē domāšanu un darbības” (Friedman, Miyake, Corley, Young, DeFries & Hewitt, 2006, p.172). Tātad, uz vadības funkciju darbības lauku var skatīties plaši, saistot to ar vadību visos svarīgākajos indivīda funkcionēšanas aspektos – gan intelektuālajā, gan uzvedības jomā, kas ietver arī mijiedarbību ar citiem indivīdiem. Lai gan šīs vadības funkciju skaidrojums ir diezgan vispārināts, definīcijas autori tomēr nosauc un uzskaita arī trīs konkrētus, empīriskos pētījumos pamatotus vadības procesus: kavēšanu, pārslēgšanos un darba atmiņas atjaunināšanu (Miyake et al., 2000). Uz šādu vadības funkciju trīs faktoru modeli balstīti arī daudzi turpmākie empīriskie pētījumi.

Ja dažas no definīcijām ir pārāk vispārīgas, tad citās uzskaitītas konkrētas aktivitātes, ko nodrošina vadības funkcijas. Piemēram, viena no vadības funkciju definīcijām ir šāda: „...tās ir pašregulējošas funkcijas, kas ietver spēju kavēt/apvaldīt darbību, pārslēgties, organizēt, lietot darba atmiņu, risināt problēmas un saglabāt pastāvošo ievirzi (*set* – angļu val.) nākotnes mērķu izpildei”

(Seidman et al., 2006, p.166, kā minēts Barkley, 2012). Vadības funkcijas tātad sastāv no spējām, kas nodrošina neatkarīgu, mērķtiecīgu un pašapkalpojošu uzvedību. Arī šajā definīcijā, līdzīgi kā citās, uzsvērts tas, ka indivīda darbība ir mērķtiecīga, un tieši vadības funkcijas ir tās, kas palīdz noturēt fokusu uz mērķa sasniegšanu, ja tās darbojas adekvāti un nav traucētas.

Citās definīcijās, savukārt, pētnieki mēģinājuši skaidrot to, kā vadības funkcijas darbojas. Piemēram, „...vadības funkcijas koordinē izziņas procesu divus līmeņus, monitorējot un kontrolējot zināšanu un stratēģiju pielietojumu, saskaņā ar metakognitīvo līmeni” (Borkowski & Burke, 1996, p.241, kā minēts Goldstein, Naglieri, Princiotta & Otero, 2014). Neskaidrs tomēr paliek jautājums par to, vai vadības funkcijas tiešām ir augstāka līmeņa konstrukts, kas darbojas metakognitīvā līmenī, vai tomēr vadības funkcijas, katra atsevišķi, ir zemāka līmeņa spējas, kas atbild par vienkāršām darbībām, piemēram, kavēt kādu cilvēka darbību vai rosināt to, turklāt spēt pieņemt šo „lēmumu” sekundes simtdaļās. Iespējams, ka pareizi ir abi varianti, respektīvi, vadības funkcijas ir gan virsjēdziens jeb virsfunkcija, kuram citi procesi pakļaujas, gan kā darbību koordinējošā spēja. Līdzīgi domā arī daži autori, kas vadības funkcijas definē kā „...kognitīvu kontroles procesu kopu, kas iedarbojas uz zemāka līmeņa procesiem, lai regulētu un veidotu uzvedību” (Friedman, Haberstick et al., 2007, p.893). Tātad, var pieņemt, ka vadības funkcijas darbojas vairākos līmeņos – gan automatizētā zemākā līmenī, gan augstākā metakognitīvā līmenī.

Vairums pētnieku uzsver, ka vadības funkcijas ir nošķirams jēdziens no kognitīvajām funkcijām jeb intelekta spējām (Lezak, 1995, kā minēts Barkley, 2012), tomēr nereti kognitīvās funkcijas tiek pieminētas vadības funkciju definīcijās, jo abas jomas ir nenoliedzami saistītas – vadības funkcijas iesaistītas procesā, kad tiek pielietotas kognitīvās spējas. Tā piemēram, vadības funkcijas vairāki pētnieki definē kā procesu kopumu, kas vada gan kognitīvos, gan emociju un uzvedības procesus, un īpaši izpaužas jaunu problēmsituāciju risināšanā (Gioia, Isquith, Guy & Kenworthy, 2000). Tātad pēc definīcijas tās varētu saistīt ar fluīdo spriešanu, kas nepieciešama jaunu problēmsituāciju izpratnē un risināšanā. Arī mērījumi abiem konstruktiem mēdz pārklāties, jo ar vadības funkciju testiem bieži tiek mērīti līdzīgi mainīgie kā ar kognitīvo spēju testiem (piemēram, *darba atmiņa* kā kognitīvā spēja un *darba atmiņas atjaunināšana* kā vadības funkcija). Sakarības starp dažādām vadības funkcijām un kognitīvajām spējām joprojām nav līdz galam skaidras, tāpēc šī pētījuma ietvaros kā būtisks mērķis ir izpētīt, kādas īsti ir dažādu kognitīvo spēju un vadības funkciju sakarības.

Literatūrā tiek minētas divas vēsturiski pastāvošas pieejas vadības funkciju attīstības pētīšanā. Pirmā no tām balstās uz pieņēmumu par vadības funkcijām kā vienotu mehānismu, kam pamatā ir viens process, saistāms ar uzmanības attīstību (Garon, Bryson & Smith, 2008). Otrā pieeja pamatojas uz ideju par vairākām atsevišķām un nošķiramām vadības funkcijām, kas līdz ar to attīstās katra

pilnībā atšķirīgi. Abas šīs pieejas tika apvienotas integrētajā trīs vadības funkciju modelī, kur faktoranalīzes ceļā tika atklāts, ka vadības funkciju pamatā ir trīs pastāvīgi faktori, kas savstarpēji ir korelējoši – kavēšana, pārslēgšanās un darba atmiņas atjaunināšana (Miyake et al., 2000).

Attiecībā uz vadības funkciju izpēti pastāv vairākas problēmas, ko raksturo viens no atzītākajiem jomas pētniekiem Bārklijs (Barkley, 2012). Pirmkārt, kā jau minēts iepriekš, nav vienotas vadības funkciju definīcijas psiholoģijā, kas nebūtu pārlietu plaša un vispārīga, bet pietiekoši visaptveroša. Otrkārt, tā kā pastāv problēma ar konstrukta operacionālu definēšanu, nav vienota viedokļa arī par vadības funkciju novērtēšanu un testēšanu, un arī šajā jomā vērojamas dažādas pieejas. Visbiežāk literatūrā un pētījumos tiek minētas psihometriskā un klīniskā pieeja, un katrai raksturīga atšķirīga metodoloģija. Aktuāls ir arī jautājums, vai, izmērot atsevišķas vadības funkcijas, rezultātus drīkst vispārināt uz šo konstruktu kopumā, tomēr teorētiski un praktiski „vadības funkcijas” tiek lietots kā virsjēdziens, kas aptver vairākas nosacīti patstāvīgas funkcijas. Vadības funkciju psihometriskos pētījumos visbiežāk tiek mērīti tādi atsevišķi mainīgie kā atmiņas atjaunināšanās, uzmanības pārslēgšanās un kavēšana, un parasti netiek rēķināta kopējā vadības funkciju testa balle, bet raksturota katra funkcija atsevišķi (piem., Friedman, Haberstick, Willcutt, Miyake, Young, Corley & Hewitt, 2007). Daudzu pētījumu, kas balstīti psihometriskā pieejā, pētnieki mēdz uzsvērt tieši klīnisko novērojumu pārākumu par psihometriskajiem vadības funkciju mērījumiem (Barkley, 2012). Kā nozīmīga problēma ir arī vienota teorētiska vadības funkciju modeļa trūkums, kas skaidrotu dažādu atsevišķu vadības funkciju savstarpējās attiecības un mehānismus, piemēram, vai un kādā veidā ir saistīta kavēšana un plānošana. Sasaistīt vairākas funkcijas zem vienas virskategorijas „vadības funkcijas” ir pamatoti, ja starp tām ir apzinātas saistības un mijiedarbība. Vairums psihometriskās pieejas pētnieku atbalsta un pētījumos izmanto vadības funkciju trīs faktoru modeli (Miyake et al., 2000). Šī modeļa atbalstītāji arī pēta savstarpējās sakarības starp kavēšanu, pārslēgšanos un darba atmiņas atjaunināšanu, un secinājuši, ka šīs trīs komponentes ir nošķiramas viena no otras kā neatkarīgi konstrukti, tomēr savstarpēji korelē (Friedman, Miyake, Young, DeFries, Corley & Hewitt, 2008). Pētnieki ir arī secinājuši, ka dažādās vadības funkcijas tomēr veido vienu latentu faktoru, līdzīgi kā „g” faktors kognitīvajām spējām (Naglieri & Goldstein, 2014b).

Vadības funkciju pētīšanu visbiežāk iedala psihometriskā pieejā (testos) balstītos un klīniskajā pieejā balstītos mērījumos (Barkley, 2012). Katrai pieejai un mērījumu veidam ir savi mērķi un pielietojums. Piemēram, veicot plaša mēroga kādas izlases pētījumu retāk tiks pielietoti klīniskie novērojumi un intervijas ar testējamo personu radiniekiem, jo tas ir laikietilpīgi un prasa liela apjoma resursus. Klīniskajās grupās, analizējot individuālus gadījumus, vairāk tiek lietotas gan intervijas, sarunas ar pacienta tuviniekiem, gan novērojumi par indivīda funkcionēšanu ikdienā, viņa dažādām reakcijām, kustībām, gan lietotas pašatskaites aptaujas. Tieši šādas metodes tiek uzskatītas par

precīzāk prognozētspējīgām attiecībā uz cilvēka spēju saglabāt vai attīstīt savas vadības funkcijas (Barkley, 2012). Un tas ir galvenais mērķis testēšanai klīnikā, piemēram, strādājot ar individuāliem cilvēkiem pēc galvas traumām – spēt sniegt prognozes par traucējumu attīstību un atlabšanu. Kā lielākais psihometrisko vadības funkciju testu trūkums (sevišķi klīniskās grupās) tiek minēta zemā korelācija ar novērojumiem reālā vidē (zema klīniska validitāte) un prognozēm par indivīda spēju funkcionēt un risināt ikdienas problēmas. Iespējams, tas saistīts ar to, ka psihometriskās pieejas vadības funkciju testi mēra šauras un ļoti konkrētas spējas īsā laika sprīdī, neiekļaujot sociālo kontekstu un sadarbības prasmes. Tomēr, nenoliedzami, ka arī psihometriskie testi ļauj novērtēt indivīda spējas sekot norādījumiem, pildīt konkrētas prasības un darboties, lai sasniegtu uzdevuma mērķi, kā arī darboties noteiktā laika ierobežojumā. Novērojumi parasti tiek veikti reālā vidē un vairāk tiek piemēroti klīniskām grupām, jo vadības funkciju traucējumi mēdz acīmredzami izpausties. Visticamāk, ka tie slikti diferencietu vidusmēra indivīdu izpausmes. Klīniskām grupām svarīgākais vadības funkciju novērtēšanas mērķis ir apzināt saglabāto līmeni un prognozēt tālāku cilvēka vadības funkciju attīstību, prasmi tikt galā ar ikdienas uzdevumiem un problēmām, kas varētu rasties (Barkley, 2012).

Daudzi psiholoģijas pētnieki, sevišķi tie, kas darbojas izglītības, attīstības psiholoģijas vai neiropsiholoģijas jomās, pamatojas tieši uz psihometrisko pieeju un vadības funkcijas mēra ar rūpīgi izstrādātiem testiem – papīra vai datorizētā formā, tomēr tas neizslēdz arī novērojumus kā mērījumu veidu (Naglieri & Goldstein, 2014a; Delis, Kaplan, & Kramer, 2001). Piemēram, vadības funkciju pētnieks Sems Goldšteins (Sam Goldstein) kopā ar kolēģiem izstrādājuši psihometriskajā tradīcijā balstītu testu CEFI, kas pārbaudīts un standartizēts vairākus tūkstošus lielā izlasē ASV (Naglieri & Goldstein, 2014a). Metode ietver gan vadības funkciju uzdevumus skolēniem testa veidā, gan vecāku vai skolotāju novērojumus. Šie autori kā svarīgāko uzsver vadības funkciju pētniecības metožu ticamības un validitātes nozīmi, lai, praktiski pielietojot testu klīniskā vai akadēmiskā vidē, tas maksimāli labi spētu prognozēt un diagnosticēt indivīda problēmu sfēras. Var secināt, ka pētniekiem akadēmiskās un pētnieciskās darbības svarīgākais mērķis ir ne tikai attīstīt teorijas un konceptus, bet arī palīdzēt praktizējošiem psihologiem, kas veic testēšanu, lai novērtētu kādas indivīda spējas. Goldšteins un Naglieri iesaka klīniskajā un skolas vidē lietot tikai standartizētus un interpretējamus testus, paužot atbalstu psihometriskajai pieejai. Kā vēl vienu, salīdzinoši nesen izstrādātu vadības funkciju testu, kas balstās uz psihometrisko pieeju, jāpiemin EXAMINER vadības funkciju tests, kas ir datorizēts un pielietojams dažādos vecumposmos gan klīniskās, gan normas grupās (Kramer, 2014). Šī testa Latvijā adaptētā versija (adaptāciju veikusi disertācijas autore kopā ar savu kolēģi) tiek lietota arī šajā pētījumā vadības funkciju izpētei (Ivanova, Plauča, Sebre & Raščevska, 2016). Latviešu valodā adaptētie uzdevumi mēra *kavēšanas*, *pārslēgšanās* un *darba atmiņas atjaunināšanas* spējas.

Rezumējot psiholoģijas literatūrā apkopoto informāciju, vadības funkcijas var definēt kā mentālu procesu kopumu, lai vadītu indivīda darbības uzstādītā mērķa sasniegšanai (Goldstein, Naglieri, Princiotta & Otero, 2014), kā arī kontrolētu domāšanu un uzvedību (Friedman, Miyake, Corley, Young, DeFries & Hewitt, 2006). Trīs nozīmīgākie vadības funkciju procesi pārstāv šādas spējas: kavēšana, pārslēgšanās un darba atmiņas atjaunināšana (Miyake et al., 2000). Uz šādu vadības funkciju trīs faktoru modeli balstīti daudzi empīriskie pētījumi un arī šīs disertācijas empīriskā daļa balstīta šajā teorijā. Vadības funkcijas var pētīt, pamatojoties uz dažādām pieejām, no kurām plašākās ir klīniskā un psihometriskā pieeja. Klīniskās pieejas atbalstītāji uzsver novērojumu un klīnisko prognožu nozīmi indivīda stāvokļa novērtēšanai (Barkley, 2012). Savukārt, psihometriskā joma sniedz plašas iespējas ērtākai konstrukta izpētei lielās grupās. Abas pieejas ir svarīgas un pielietojamas atbilstoši dažādajiem psihologu darbības mērķiem. Šajā disertācijā, atbilstoši darba mērķim un pētījuma izlasei, vadības funkcijas tiek definētas un pētītas, izmantojot psihometrisko pieeju.

1.3.2 Vadības funkciju veidi

Vadības funkcijas tiek aplūkots kā virsjēdziens, kurš ietver sevī vairākas relatīvi patstāvīgas, tomēr savstarpēji saistītas spējas. Vairākums mūsdienu pētījumu pamatoti uz vadības funkciju trīs faktoru modeli (Miyake, Friedman, Emerson, Witzki, Howerter & Wager, 2000), kas iekļauj šīs vadības funkcijas: *kavēšana*, *pārslēgšanās* un *darba atmiņas atjaunināšana*. Turpmāk paskaidrosim šajā un citos modeļos iekļautās funkcijas detalizētāk.

Vispirms sīkāk paskaidrosim trīs galvenās vadības funkcijas – darba atmiņas atjaunināšanu, kavēšanu un pārslēgšanos. *Darba atmiņas atjaunināšana* (*working memory updating* – angļu val.) ir spēja īslaicīgi paturēt prātā informāciju un ar to manipulēt, nepārtraukti nomainot vecos stimulus ar jauniem ienākošiem stimuliem (Toplak et al., 2010). Latviešu valodā izvēlēts lietot vārdu “atjaunināšana”, kas apstiprināts LZA Terminoloģijas komisijā (LZA Terminoloģijas komisija, *interneta resurss*), un atmiņas atjaunināšanas sakarā var vilkt paralēles ar datora lietojumprogrammu atjaunināšanu, kad vecā informācija sistēmā tiek atjaunināta un aizvietota ar jaunu (*updating* – angļu val.). Darba atmiņas atjaunināšanu var mērīt ar testiem, kas satur gan vizuālus, gan verbālus stimulus. Darba atmiņas atjaunināšana ir viena no trim biežāk literatūrā un pētījumos esošām vadības funkcijām, un reizēm tā tiek saukta vienkārši par darba atmiņu, tādējādi raisot pārdomas par vadības funkciju un kognitīvo spēju pārklāšanos. Tomēr „darba atmiņas atjaunināšana”, ar to saprotot vadības funkciju, jāuztver vairāk kā nepārtraukta situācijas novērošana, ik pa brīdim atjauninot informāciju. Ne velti sākotnēji šo spēju Miyake ar kolēģiem arī nodēvēja par monitorēšanu (*monitoring* – angļu val.) (Miyake et al., 2000). Galvenā atšķirība ir tā, ka atjaunināšana ietver sevī tieši pastāvīgu jeb nepārtrauktu ienākošo stimulu monitorēšanu un secīgu veco stimulu aizvietošanu ar jaunpienākušiem,

nevis tikai kādas noteiktas informācijas paturēšanu prātā un manipulēšanu ar to, kā tas ir darba atmiņas gadījumā (Garon, Bryson & Smith, 2008).

Kavēšana ir spēja apvaldīt impulsu, aizkavēt darbības izpausmi (bremzēt sevi). Mērot vadības funkcijas ar datorizētiem testiem, kavēšanu tipiski mēra ar uzdevumiem, kur, atkarībā no tā, kas parādās datora ekrānā, drīkst vai nedrīkst spiest taustiņus, tādējādi pārbauda indivīda spēju apvaldīt automātisko reakciju, kas liktu nospiegt taustiņu. Kavēšana ir nozīmīga funkcija indivīda dzīvē, jo nodrošina spēju regulēt savus impulsus, turklāt ir izpētīts, ka šī funkcija sāk attīstīties jau pirmajā dzīves gadā, kad jau var novērot kavēšanas aizmetņus, savukārt, straujāks uzlabojams vērojams no divu līdz piecu gadu vecumam (Garon, Bryson & Smith, 2008). Kavēšanas spējas izpausmei ir svarīga arī īslaicīgā atmiņa, jo jāspēj paturēt prātā uzdevuma nosacījumi. Kavēšanas uzdevuma laikā ir jāatpazīst kognitīva konflikta situācija, kuras ietvaros jāaptur jeb jākavē dominējošā atbilde, kas būtu tipiska šādā situācijā, un tās vietā jāsniedz pretēja vai uzdevuma nosacījumos paustā atbilde (piemēram, Strūpa uzdevumā rakstītā krāsas nosaukuma vietā jānosauc krāsa, kādā vārds ir uzrakstīts). Tiek izšķirts arī *auksta*is un *karsta*is vadības funkciju aspekts (*hot and cool* – angļu val.), no kuriem aukstajās funkcijās iesaistās pamatā kognitīvie procesi, nevis emocionālie, bet karstajās funkcijās iesaistās emocijas un motivācija, kā tas ir, piemēram, uzdevumos ar kārumu ēšanas atlikšanu uz vēlāku laiku.

Spēja pārslēgties jeb *pārslēgšanās* raksturo indivīda elastību un spēju pārslēgt uzmanību no viena uz citu uzdevumu, un atpakaļ, vai no viena veida stimula uz cita veida stimulu. Vadības funkciju testos šī spēja parasti tiek mērīta ar uzdevumiem, kur attēli, simboli vai figūras ir jāgrupē pēc kādas noteiktas pazīmes, piemēram, krāsas, formas vai skaita, turklāt šīs pazīmes visu laiku mainās, kas liek indivīdam pārslēgt uzmanības fokusu no vienas pazīmes uz citu. Līdzīgi kā kavēšanas uzdevumos, arī pārslēgšanās uzdevumi prasa spēju pārvarēt kognitīvu konfliktu, jo vairākkārt ir jāmaina sākotnēji jau nostiprinātā stimula-reakcijas saikne uz citu, jaunam nosacījumam atbilstošo saikni (Garon, Bryson & Smith, 2008). Zinātnieki sīkāk izdala uzmanības pārslēgšanās spēju un atbildes pārslēgšanās spēju, taču praktiski pētījumos lietotos uzdevumos abi šie aspekti parasti pārklājas. Atbildes pārslēgšanās tipiski parādās uzdevumos, kur sākotnēji iemācās vienu pareizo atbildi un pēc tam tā tiek mainīta uz citu pareizo atbildi, un šajā gadījumā pētījumos tiek mērīts pareizo atbilžu, kas seko pēc nosacījuma maiņas (*shifted trials* – angļu val.), daudzums. Šis pārslēgšanās veids nepatērē daudz darba atmiņas resursu, tomēr pētījumu rezultāti bieži parāda, ka pēc pārslēgšanās atbildes sniegšanai tiek veltīts vairāk laika, jo atbilde ir ilgāk „jāapdomā” (atbilžu sniegšanu mēra sekundēs un milisekundēs). Uzmanības pārslēgšanās gadījumā nav viena vai otra pareiza atbilde, bet divi paralēli stāvokļi, kas abi ir pareizi un vienu reizi vēlamā atbilde var būt viena, otru reizi cita. Kā piemēru var minēt „Pārslēgšanās uzdevumu” (*Set Shifting* – angļu val.) EXAMINER datorizētā vadības funkciju testā,

kur sarkanu trijstūri var savienot kopā gan ar otru trijstūri (vienalga kādā krāsā), ja tie jāsavieno balstoties uz formu, vai arī ar citu figūru – sarkanu taisnstūri – ja figūras ir jāsavieno pēc krāsas (EXAMINER, 2011). Arī šajā gadījumā nosacījumi ik pēc laika mainās un tiek mērīts gan izpildes laiks, gan pareizās atbildes pēc nosacījuma maiņas.

Tālāk īsumā paskaidrotas arī vairākas citas vadības funkcijas, kas tiek aplūkotas psiholoģijas literatūrā un, lai gan retāk, tomēr arī tiek pētītas empīriski (Naglieri & Goldstein, 2014a). *Ierosa* raksturojama kā spēja ierosināt, veicināt impulsu un darbību, kad tas nepieciešams, pēc būtības tā ir pretēja kavēšanas spējai. *Emocionālā kontrole* var tikt definēta kā spēja emocijas paust adekvāti situācijai, apvaldot neadekvātās reakcijas. Šo vadības funkciju aspektu pētījumos mēra reti, biežāk šī pazīme tiek mērīta emocionālās regulācijas pētījumos. *Plānošana* ir spēja izplānot vairākas secīgas darbības, lai sasniegtu konkrētu mērķi. Plānošanas spēju ir būtiski pētīt klīniskās grupās, piemēram, pēc galvas smadzeņu traumām. *Pašnovērošana* ir spēja novērot savas darbības, reflektēt to, kas ir izdarīts un kas tiek darīts pašlaik. Šī spēja empīriski ir grūtāk pētāma, tomēr to var darīt, lietojot pašatskaites aptaujas. *Emocionālā regulācija* ir viens no vadības funkciju aspektiem, tomēr tā bieži tiek pētīta kā atsevišķs konstrukts (Gross & Thompson, 2007). Emociju regulācija ir svarīga cilvēka vispārējai attīstībai un veiksmīgai funkcionēšanai sabiedrībā, mijiedarbojoties ar citiem indivīdiem.

Rezumējot, ir izdalāmas vairākas patstāvīgas vadības funkcijas, no kurām kā būtiskākās izdalītas *kavēšana*, *pārslēgšanās* un *darba atmiņas atjaunināšana* (Miyake et al., 2000). Katrai no šīm spējām ir sava nozīme un atšķirīga darbība, un tās visas iesaistītas vadības procesos, lai cilvēks uzturētu savu uzmanību, domāšanu un darbību mērķa sasniegšanai. Vadības funkcijas sāk attīstīties jau pirmajos dzīves gados un to attīstība ir īpaši svarīga, jo tās palīdz bērnam veiksmīgāk apgūt skolā nepieciešamās prasmes un iemaņas, kā arī būt gatavam mācību procesam un citām skolas prasībām (Fuhs, Nesbitt, Farran & Dong, 2014). Psiholoģijas literatūrā vadības funkcijas tiek skaidrotas no klīnisko un psihometrisko pētījumu perspektīvas. Klīniskai pieejai vairāk raksturīgi novērojumi par indivīda uzvedību reālā vidē, risinot dažādas dzīves problēmsituācijas, un izmantojot datus par tuvinieku novērojumiem. Savukārt psihometriskai pieejai raksturīgi testos balstīti dažādu respondentu izlašu mērījumi, kas novērtē viņu vadības funkcijas konkrētā laika sprīdī, kad tests tiek pildīts, tomēr šāda testēšana neizslēdz arī uzvedības novērojumus un citus vērtējumus. Psihometriskās pieejas pētnieki vairumā gadījumu pamatojas uz vadības funkciju trīs faktoru modeli, kas ietver trīs nozīmīgākās vadības funkcijas – kavēšana, pārslēgšanās un darba atmiņas atjaunināšana, kuras tiek mērītas katra atsevišķi kā patstāvīga spēja (Miyake et al., 2000). Uz šo modeli balstīts arī šīs disertācijas ietvaros veiktais empīriskais pētījums.

1.4. Problēmrisināšanas prasmju, kognitīvo spēju un vadības funkciju sakarību pētījumi

Šīs doktora disertācijas mērķis ir izpētīt saistības starp problēmrisināšanas prasmēm, kognitīvajām spējām un vadības funkcijām skolēniem vidusskolas vecumposmā, kas atbilst vecumam no sešpadsmit līdz deviņpadsmit gadiem. Visi pētījumā aplūkoti konstrukti daudz pētīti atsevišķi, kā arī pa pāriem plašāk ir pētītas kognitīvo spēju – problēmrisināšanas prasmju un kognitīvo spēju – vadības funkciju sakarības. Atrodams ļoti maz pētījumu, kas aplūkotu vadības funkciju un problēmrisināšanas prasmju sakarības. Būtiski ir izpētīt šīs sakarības, jo šiem konstruktiem ir līdzīga daba, kaut arī psiholoģijas literatūrā tos skaidro atšķirīgi.

Pirms tiek izvirzītas pētījuma hipotēzes par problēmrisināšanas prasmju, kognitīvo spēju un vadības funkciju savstarpējām sakarībām, vispirms tiks izvērtētas iepriekš veikto pētījumu atziņas. Pirmajā apakšnodaļā aplūkoti pētījumi par kognitīvo spēju un problēmrisināšanas prasmju saistībām. Mazāk pētīta ir vadības funkciju un problēmrisināšanas prasmju saistība, un tā raksturota otrajā apakšnodaļā. Savukārt, ļoti plaši ir pētītas saistības starp vadības funkcijām un kognitīvajām spējām, un tās raksturotas trešajā apakšnodaļā. Lai labāk izprastu visu mainīgo saistības, aplūkoti pētījumi par plašāku vecumposmu, ne tikai 16-19 gadus veciem jauniešiem, kā arī longitudināli pētījumi, kas atklāj šo mainīgo sakarību izmaiņas laika gaitā, kā arī dvīņu pētījumi, kas izzina pārmantotības lomu vadības funkciju jomā.

1.4.1. Problēmrisināšanas prasmju un kognitīvo spēju sakarības

Problēmu risināšana un intelekts jeb plašās kognitīvās spējas intuitīvi var šķist ļoti tuvi jēdzieni, un pat psiholoģijas pētnieki nereti skaidro intelektu kā spēju risināt problēmas. Piemēram, Sternbergs jau pirms trīsdesmit gadiem savā Trīsarhiskajā intelekta teorijā kā trīs metalīmeņa komponentes definējis problēmas atpazīšanu, definēšanu un problēmas reprezentāciju (Sternberg, 1985, kā minēts Pretz, Naples & Sternberg, 2003). Problēmas reprezentācijas posmā indivīda prātā tiek organizēta un paturēta visa ar problēmu saistītā informācija. Tātad problēmu risināšana tiek saistīta ar darba atmiņas spēju, un to apstiprina arī empīrisku pētījumu rezultāti, kuri izklāstīti tālāk šajā nodaļā.

Sākumā sniegts īss ieskats problemātikā, kas saistīta ar kognitīvo spēju un problēmrisināšanas prasmju mērīšanu pētījumos. Kā uzskata vairāki autori, lai patiesi varētu izpētīt saistības starp kognitīvajām spējām un problēmrisināšanas prasmēm, ir jāizpilda vairāki būtiski metodoloģiski nosacījumi (Beckmann & Guthke, 1995). Pirmkārt, intelekta testiem būtu jābūt veidotiem tā, lai tie atspoguļotu spēju mācīties un darboties reālās situācijās, un, otrkārt, problēmrisināšanas prasmju testiem būtu jābūt metodoloģiski skaidri un korekti veidotiem ar akcentu uz prasmēm, tie nedrīkst būt pārāk vispārīgi. Bieži vien sakarības tiek pētītas un atklātas starp problēmrisināšanas prasmēm un

konkrētām kognitīvajām spējām, ne visu intelektu kopumā, un pētījumi, kuros kā problēmas tiek piedāvāti strukturēti, skaidri definēti uzdevumi (piemēram, matemātiska satura), uzrāda augstākas saistības (Beckmann & Guthke, 1995). Tas šķiet loģiski, jo šie uzdevumi pēc būtības ir līdzīgāki standarta kognitīvo spēju testiem, nekā plaši un interaktīvi uzdevumi, kā tas ir datorizētos problēmrisināšanas prasmju testos, piemēram, MicroFIN testā (Neubert et al., 2014).

Šajā disertācijā problēmrisināšanas prasmes tiek operacionalizētas, lietojot datorizētu komplekso problēmu risināšanas prasmju testu, tomēr sniegts ieskats arī pētījumos, kuros lietotas cita veida problēmrisināšanas prasmju novērtēšanas metodes.

Problēmrisināšanas prasmes daudz pētītas izglītības kontekstā, jo arvien plašāk nostiprinās uzskati, ka skolēniem būtu jāapgūst ne tikai zināšanas konkrētās jomās, piemēram, matemātikā vai ķīmijā, bet arī jāspēj vispārīgi risināt problēmas kā tādas, kas var būt jebkādā jomā. Līdz ar to, arī pētījumu skaits par problēmrisināšanas prasmēm ir visstraujāk audzis tieši kopš 2005. gada (Funke, 2013). Starptautiskajā izglītības pētījumā PISA 2012 un PISA 2015 problēmrisināšanas prasmes definētas kā viena no svarīgām jomām, kurās skolēni jāvērtē (OECD, 2013). Dažādos pētījumos izglītības vidē bieži mērītas problēmrisināšanas prasmes un akadēmiskais sniegums, tomēr nereti paralēli tiek mērīts arī intelekts vai atsevišķas kognitīvās spējas. Piemēram, pētījumā ar studentiem tika atklāts, ka komplekso problēmrisināšanas prasmju testi labāk prognozē dabaszinātņu mācību rādītājus, bet ne mācību sniegumu sociālās zinātnēs (Greiff, Fischer, Wüstenberg, Sonnleitner, Brunner, & Martin, 2013). Savukārt, citā pētījumā atklāts, ka problēmrisināšanas prasmju rādītājs vairāk prognozē akadēmisko sniegumu, salīdzinājumā ar intelekta testa g faktoru, ko šajā pētījumā reprezentē fluīdā spriešana (Greiff, Wüstenberg, Molnár, Fischer, Funke, & Csapó, 2013).

Komplekso problēmu risināšanas prasmju pētījumos bieži izvērtē divus problēmrisināšanas aspektus – zināšanu apguvi un pielietošanu. Visbiežāk pētnieki vērtē, cik izteiktas saistības katram no šiem aspektiem ir ar kognitīvajām spējām. Abi komplekso problēmu risināšanas aspekti statistiski nozīmīgi korelē ar intelektu kopumā – zināšanu apguvei atklāta korelācija $r=0,34$ un zināšanu pielietošanai – $r=0,28$ (Neubert et al., 2014). Tomēr, pielietojot faktoranalīzi, atklāts, ka visi trīs konstrukti neveido kopīgu latentu mainīgo. Šajā pētījumā tika lietots komplekso problēmu risināšanas tests MicroFIN. Līdzīgi secinājumi izriet no cita pētījuma rezultātiem – tā dalībnieki veica gan komplekso problēmrisināšanas prasmju uzdevumus (ar datorizēto testu MicroDYN), gan darba atmiņas atjaunināšanas uzdevumu, un tika atklāts, ka problēmrisināšanas prasmes dod papildus 11 % pienesumu izskaidrojot regresijas modelī akadēmisko sasniegumu variāciju virs darba atmiņas ieguldījuma (Greiff, Kretzschmar, Müller, Spinath & Martin, 2014). Kādā citā pētījumā ar 144 studentiem atklāts, ka vizuāli telpiskās spējas neparedz problēmrisināšanas prasmes, savukārt, darba atmiņa statistiski nozīmīgi paredz gan problēmu risināšanā iekļauto zināšanu apguvi, gan zināšanu

pielietošanu (Bühner, Kröner, & Ziegler, 2008). Arī jaunākais metaanalītiskais pētījums apstiprina intelekta un komplekso problēmrisināšanas prasmju saistību (Stadler et al., 2015).

Pētījumā ar 173 dalībniekiem, kurā izmantots viens no klasiskiem datorizētajiem problēmrisināšanas testiem ar simulētu vidi „Šūšanas darbnīca” (Tailorship – *angļu val.*), tika atklāts, ka šī testa rezultāti statistiski nozīmīgi korelē ar fluīdā intelekta rādītājiem, kas mērīti ar Reivena matricām – korelācijas variē no $r=0,25$ līdz $r=0,33$ dažādos pētījuma posmos (Danner, Hagemann, Schankin, Hager & Funke 2011). Arī analogiskās spriešanas, vizuālās atmiņas un skaitļu virkņu rādītāji, kas kopā operacionalizēti kā vispārīgā intelekta spēja, nozīmīgi korelē ar problēmrisināšanas prasmēm, korelācijām variējot no $r=0,25$ līdz $r=0,30$ dažādos posmos. Lai gan arī šis pētījums apstiprina kognitīvo spēju un problēmrisināšanas prasmju saistību, tā rezultāti tomēr parādīja, ka abi mainīgie ir neatkarīgi konstrukti, kurus pārstāv atšķirīgi latentie mainīgie. Citā pētījumā ar vairākiem kognitīvo spēju veidiem (Kretzschmar et al., 2016) atklātas korelācijas problēmu risināšanai ar šādām kognitīvajām spējām – spriešanu, atmiņu, apstrādes ātrumu un vispārējo informētību.

Arī citi pētījumi rāda, ka fluīdā spriešana paredz gan problēmu risināšanas prasmju zināšanu apguves aspektu ($R^2=0,22$), gan zināšanu pielietošanas aspektu ($R^2=0,16$) veiktajos regresiju analīzes modeļos (Greiff, Wüstenberg, Molnár, Fischer, Funke, & Csapó, 2013). Arī darba atmiņas apjoms paredz abas komplekso problēmrisināšanas prasmju dimensijas – noteikumu izpratni un pielietojumu (Schweizer, Wüstenberg, & Greiff, 2013). Kopumā, izvērtējot dažādu pētījumu rezultātus, jāsecina, ka problēmu risināšanas prasmju zināšanu apguves komponente ir ciešāk saistīta ar kognitīvajām spējām, nekā zināšanu pielietošana. Lai gan atšķirības pētījumos nav lielas, tomēr šādu tendenci var novērot. To varētu skaidrot ar to, ka zināšanu apguves fāzei izšķirīga ir darba atmiņa – indivīds var paturēt prātā tik daudz informācijas par jaunapgūstamo situāciju, cik to ļauj viņa darba atmiņas kapacitāte; savukārt zināšanu pielietošanas fāzē notiek aktīva stratēģiju pielietošana, un tā ir tikai pakārtota zināšanu apguvei (Fischer, Greiff & Funke, 2012). Kādā citā regresijas analīzē ar 144 studentu izlasi tika atklāts, ka vizuāli telpiskās spējas neparedz problēmrisināšanas prasmes, savukārt darba atmiņa statistiski nozīmīgi paredz gan problēmu risināšanā iekļauto zināšanu apguvi, gan zināšanu pielietošanu (Bühner, Kröner, & Ziegler, 2008).

Tālāk ilustrācijai sniegts neliels ieskats pāris pētījumos, kur problēmrisināšanas prasmes mērītas ar atšķirīgiem testiem, neizmantojot datorizētus komplekso problēmu risināšanas testus. Pētījumā tika analizētas klīnisko problēmu risināšanas prasmes medicīnas jomā, kognitīvās spējas un situatīvā spriešana, lietojot medicīnas studiju absolventiem paredzētus testus ar mērķi atlasīt piemērotus kandidātus darbam ģimenes ārstu praksēs (Koczwara, 2012). Pētījuma rezultāti 260 dalībnieku grupā atklāja, ka neverbālās kognitīvās spējas vājāk paredz darba sniegumu, salīdzinot ar klīnisko problēmu risināšanas prasmēm. Savukārt, verbālā un skaitliskā spriešana paredz darba

sniegumu līdzīgi kā problēmu risināšana. Gan neverbālajiem, gan verbālajiem un skaitliskajiem kognitīvo spēju testiem tika arī atklātas vidēji ciešas korelācijas ar klīnisko problēmu risināšanas testu (Koczwara, 2012).

Pētījumā ar bērniem netika atklātas statistiski nozīmīgas atšķirības problēmu risināšanas prasmēs starp intelektuāli apdāvinātiem bērniem (ar augstākiem kognitīvo spēju testu rādītājiem) un kontrolgrupu (Saygili, 2014). Tomēr jāpiebilst, ka šajā pētījumā problēmu risināšanas prasmes tika mērītas ar pašnovērtējuma aptauju – ietverot tādos latentos mainīgos kā paškontrolē, tendence uz izvairīšanos un pārliecība par savu spēju risināt problēmas. Tātad pētījums parāda, ka intelektuāli apdāvinātāki bērni savas problēmrisināšanas prasmes nevērtēja augstāk kā kontrolgrupa. Tomēr, šie rezultāti ar skolēnu pašnovērtējumiem jāvērtē kritiski, jo, piemēram, kā rāda iepriekš veikts pētījums, tad gudriem vai potenciāli apdāvinātiem cilvēkiem var būt tendence sevi novērtēt zemāk jeb ar tendenci uz vidējiem populācijas rādītājiem, nekā viņu citi vērtētāji, kas pārstāv populācijas vidējās spēju tendences (Ivanova & Rašcevska, 2012). Dažādos citos pētījumos ir lietotas arī aptaujas un matemātiska satura problēmrisināšanas prasmju mērīšanas metodes, kas sīkāk šeit netiek aplūkotas.

Tā kā mūsdienās ar vien straujāk pieaug datorizētu testu lietošana, tad rodas arī diskusija par to, kā testēšanas veids ietekmē rezultātus. Daži autori uzskata, ka standartizējot problēmrisināšanas testus tā, lai to rezultātu neietekmētu komunikācija ar eksaminētāju (piemēram, ja testa pildītājam jāuzdod papildus jautājumi par problēmsituāciju eksaminētājam), var tiešām panākt to, ka problēmrisināšanas prasmes prognozē intelekts, nevis citi mainīgie – piemēram, cilvēka personība vai motivācija (Beckmann & Guthke, 1995). Jāpiezīmē, ka šobrīd kompleksās problēmas mēra ar datorizētiem testiem, kuri neprasa individuālu mijiedarbību starp eksaminētāju un testa izpildītāju (piem., Danner, Hagemann, Schankin, Hager & Funke 2011). No vienas puses, tas atrisina problēmu, ka intraverti cilvēki varētu parādīt labākus problēmrisināšanas spēju rādītājus, jo viņiem nav jākomunicē ar testētāju. No otras puses, dzīvē novērojamas situācijas, kad ekstraverti cilvēki labi atrisina problēmas tieši ar komunikācijas palīdzību, un neskaidrs paliek jautājums, vai šādiem cilvēkiem nezūd motivācija pildīt testu bez individuālas mijiedarbības ar testētāju. Protams, ideālā gadījumā katra indivīda personības iezīmes arī būtu jāņem vērā un testēšanas apstākļus varētu attiecīgi pielāgot.

Izrādās, ka arī testā iekļautais stimula veids var ietekmēt rezultātu. Kāda pētījuma rezultāti parādīja, ka problēmrisināšanas testa rezultāti bez semantiskas informācijas (ar abstraktiem stimuliem) korelēja ar intelekta rādītājiem, turklāt nozīmīga korelācija bija tikai zināšanu pielietošanas sadaļai (Beckmann & Guthke, 1995). Pētījuma autori skaidro, ka, sastopoties ar pazīstamu situāciju jeb semantiskiem stimuliem, indivīds neveic tik lielu izpēti darbību, bet paļaujas uz saviem pieņēmumiem, iepriekšēju pieredzi un pārliecību par spēju atrisināt šādu problēmsituāciju.

Rezumējot, dažādu pētījumu rezultāti rāda, ka komplekso problēmu risināšanas prasmes saistītas ar plaša spektra kognitīvajām spējām – darba atmiņu vai vizuālo darba atmiņu, fluīdo intelektu, analogiju izpratni, kā arī intelektu kopumā pētījumos, kur tiek analizēts latentais g faktors. Pētījumos, kas aplūko problēmrisināšanas un kognitīvo spēju saistības, retāk ir iekļautas citas kognitīvās spējas, piemēram, vebālais, matemātiskais vai kristalizētais intelekts, jo pētnieki pamatojas uz pieņēmumu, ka problēmu risināšanu raksturo vispārīga un no iepriekš uzkrātām zināšanām neatkarīga spēja izprast jaunas, iepriekš nepazīstamas kopsakarības un atrisināt problēmas (Fischer, Greiff & Funke, 2012). Pētījumu rezultāti atklāj, ka lielā mērā problēmrisināšanu spēj paredzēt tieši fluīdā spriešana, tomēr neskaidrs ir jautājums par to, vai intelektu un problēmrisināšanas prasmes vieno kāds kopīgs latentais mainīgais, un vai tādējādi problēmrisināšanas prasmes būtu ierindošanas kognitīvo spēju K-H-K modelī līdztekus fluīdajai spriešanai.

1.4.2. Problēmrisināšanas prasmju un vadības funkciju sakarības

Problēmrisināšanas prasmju un vadības funkciju saistība rada vislielākās neskaidrības, jo pētījumu rezultāti nav viennozīmīgi, un arī teorētiski šīs saistības ir maz aprakstītas. Vairāku pētnieku grupa izvirzījusi teoriju, ka vadības funkcijas var skaidrot caur problēmrisināšanas jeb funkcionālu perspektīvu, līdz ar to hipotētiski var pieņemt, ka vadības funkcijas būtu lielā mērā saistītas ar problēmu risināšanu (Zelazo, Carter, Reznick & Frye, 1997). No minētās teorijas izriet, ka vadības funkcijas izpaužas visos problēmu risināšanas posmos – problēmas reprezentācijā, plānošanā, izpildē un izvērtēšanā, tomēr empīriski pētījumi balstoties uz šo pieeju gan nav veikti. Psiholoģijas literatūrā atrodamī pētījumi, kas fokusēti uz ikdienas un sociālo problēmu risināšanu pēc galvas traumām vai slimību gadījumos, kad skartas ir arī vadības funkcijas (piemēram, Grant, Ponsford & Bennett, 2012; Anderson, Simpson, Channon, Samuel & Brown, 2012; Miotto, Evans, Souza de Lucia & Scaff, 2009). Šajos pētījumos ar problēmrisināšanas prasmēm tiek saprastas atšķirīgas prasmes no tām, kā tās tiek operacionalizētas šajā disertācijā – komplekso problēmu risināšanas prasmēm, turklāt pārsvarā šie pētījumi fokusēti uz izteikti klīniskām grupām.

Arī pētījumi, kas veikti normas izlasēs, aplūko ikdienas sociālu problēmu risināšanu vai skolas vidē aktuālo matemātiska tipa problēmu risināšanu. Piemēram, kādā pētījumā atklāts, ka rādītāji vadības funkciju testos vecākiem cilvēkiem (ar vidējo vecumu $M=68,27$) vāji korelē ar rādītājiem ikdienas sociālu problēmsituāciju risināšanā, savukārt jaunākai izlasei (ar vidējo vecumu $M=25,27$) tika novērotas statistiski nozīmīgas korelācijas (Crawford & Channon, 2002). Pētnieki rezultātus skaidro ar to, ka vecums vairāk ietekmē salīdzinoši abstrakta satura kognitīvo spēju un vadības funkciju testu izpildi, savukārt, neietekmē spēju ģenerēt idejas sociālu ikdienas problēmu risināšanā, jo tam palīdz indivīda pieredze. Diemžēl nelielā pētījuma izlase (trīsdesmit vecāki un trīsdesmit

jaunāki cilvēki) arī varētu būt ietekmējusi statistiskos rādītājus. Kādā citā, izlases ziņā lielākā pētījumā ar vienpadsmit gadus veciem bērniem ($n=255$) tika atklāts, ka kavēšana (vadības funkcijas raksturojoša dimensija) neuzrāda statistiski nozīmīgas saistības ar matemātisku problēmu risināšanu, tāpat vājas korelācijas uzrāda arī tāda vadības funkcijas dimensija kā pārslēgšanās (Lee, Ng & Ng, 2009). Tikai darba atmiņas atjaunināšanai un matemātisko problēmu risināšanai šajā pētījumā tika atklāta nozīmīga sakarība, tomēr jāpiebilst, ka darba atmiņas atjaunināšanas uzdevumi bija salīdzinoši vienkāršas uzbūves un pielāgoti attiecīgajam vecumposmam. Kopumā ieskats nedaudzajos pētījumos liek secināt, ka nevar viennozīmīgi atbildēt uz jautājumu par to, kā vadības funkcijas un problēmrisināšanas prasmes ir saistītas. Tāpēc šīs disertācijas mērķis ir izpētīt, kādas sakarības veido trīs vadības funkcijas – kavēšana, pārslēgšanās un darba atmiņas atjaunināšana – un problēmrisināšanas prasmes un to divi aspekti – zināšanu apguve un zināšanu pielietošana.

1.4.3. Vadības funkciju un kognitīvo spēju sakarības

Dažādi autori uzsver vadības funkciju un intelekta vai kognitīvos spēju saistību, kā arī šo mainīgo ieguldījumu spējā tikt galā ar dažādām situācijām un risināt problēmas (Miyake et al., 2000). Kognitīvo spēju un vadības funkciju saistības pēdējos gados ir diezgan plaši pētītas, iegūstot atšķirīgus secinājumus. Pētījumos ir atklāta saistība starp intelektu un vadības funkcijām, tomēr praksē, īpaši klīniskajā vidē, mēdz būt gadījumi, kad vadības funkcijas ir ievērojami traucētas, bet kognitīvās spējas nav pazeminājušās, kas arī liek domāt par abu konstruktu neatkarību (Friedman, Miyake, Corley, Young, DeFries & Hewitt, 2006).

Pētījumā ar septiņus līdz deviņus gadus veciem bērniem ($n=215$) tika atklāts, ka intelektu – gan kristalizēto, gan fluīdo – vislabāk prognozē vadības funkcijas, ja tās apvienotas kā viens faktors (Brydges, Reid, Fox & Anderson, 2012). Līdzīgu viedokli par vadības funkcijām kā vienotu faktoru, sevišķi attiecībā uz bērnu vadības funkcijām, pārstāv arī citi autori, par to vairāk iztirzāts vadības funkcijām veltītajā teorijas nodaļā (Naglieri & Goldstein, 2014b). Iepriekš minētā pētījuma rezultāti apstiprināja arī hipotēzi, ka gan kognitīvās spējas, gan vadības funkcijas attīstītās pakāpeniski no bērnības. Piemēram, visiem vadības funkciju testiem, izņemot „Go/no-go task”, kas mēra kavēšanu, bija statistiski nozīmīgi augstāki rādītāji 9-gadīgo grupā, salīdzinot ar 7-gadīgo bērnu grupu (Brydges, Reid, Fox & Anderson, 2012). Šajā pētījumā, izanalizējot korelācijas starp atsevišķu testu rādītājiem, tika konstatēts, ka tieši darba atmiņa statistiski nozīmīgi korelē ar vairumu no vadības funkcijām. Kavēšanas jeb apvaldīšanas spēju var mērīt ar dažādas grūtības pakāpes testiem, un jāpiebilst, ka „Go/no-go task” kavēšanas spējas tests, kas tika lietots šajā pētījumā, ir salīdzinoši vienkāršas uzbūves, kas nozīmē arī potenciāli mazu variāciju, jo tas var būt pārāk viegls. No pētījuma var secināt, ka kavēšanas spēja, kas mērīta ar pārāk vieglas grūtības pakāpes testiem, nenozīmīgi korelē ar

kognitīvajām spējām, tāpat arī vājas korelācijas demonstrē vadības funkciju uzdevumu izpildes reakcijas laiks un kognitīvās spējas. Statistiski nozīmīgas korelācijas septiņus gadus veco dalībnieku grupā atklātas starp pārslēgšanos un fluīdo spriešanu ($r=0,42$ un $r=0,31$ dažādiem testiem) un verbālajām spējām jeb kristalizēto intelektu ($r=0,26$). Savukārt, deviņus gadus veciem bērniem parādās statistiski nozīmīgas korelācijas starp kavēšanu, kas mērīta ar Strūpa testu, un fluīdo spriešanu ($r=0,24$ un $r=0,26$ dažādiem testiem), kā arī kavēšanu un verbālām spējām ($r=0,23$). Tāpat nozīmīgas saistības atklātas starp pārslēgšanās spēju un fluīdo spriešanu ($r=0,29$ un $r=0,36$ dažādiem testiem). Nozīmīgas korelācijas veido arī darba atmiņa (mērīta ar burtu-skaitļu virknēm) ar fluīdo ($r=0,27$ un $r=0,34$) un kristalizēto intelektu ($r=0,30$ un $r=0,40$).

Interesanti, ka citi pētījumi parādījuši, ka no trim vadības funkcijām darba atmiņas atjaunināšana prognozē gan fluīdo, gan kristalizēto intelektu, bet kavēšana un pārslēgšanās tos prognozē vājāk (Friedman, Miyake, Corley, Young, DeFries & Hewitt, 2006). Pētījumā ar 234 dalībniekiem vecumā no 16-18 gadiem atklāts, ka no vadības funkcijām tieši darba atmiņas atjaunināšana visciešāk saistīta ar fluīdo intelektu ($r=0,64$), savukārt, kavēšana un pārslēgšanās neuzrādīja tik ciešas sakarības, analizējot savstarpējās korelācijas starp latentajiem faktoriem, kurus veido dažādie testu uzdevumi (Friedman, Miyake, Corley, Young, DeFries & Hewitt, 2006). Šajā pētījumā autoru mērķis bija izpētīt, kā tieši katrs no vadības funkciju veidiem (kavēšana, atjaunināšana un pārslēgšanās) saistās ar fluīdo un kristalizēto intelektu. Kristalizētā intelekta latentais mainīgais (to pārstāv sinonīmu, vārdu definīciju un vispārējās informētības testi) statistiski nozīmīgi korelēja ar darba atmiņas atjaunināšanas spēju ($r=0,68$), kā arī ne tik ciešas, bet tomēr statistiski nozīmīgas korelācijas parādījās arī ar kavēšanu ($r=0,31$) un pārslēgšanos ($r=0,31$). Tomēr, pielietojot strukturālo vienādojumu modelēšanu (turpmāk – *SEM (structural equation modeling)*), pētnieki atklāja, ka tikai atjaunināšana paredz gan fluīdo, gan kristalizēto intelektu, savukārt, *SEM* modeļa ietvaros saistības ar kavēšanu un pārslēgšanos kļuva statistiski nenoizīmīgas.

Darba atmiņa pierādījusi sevi kā vienu no svarīgākajām intelekta spējām jeb otrā līmeņa kognitīvajām spējām, un tā lielā mērā ir saistīta ar vadības funkcijām – jau iepriekšējās nodaļās diskutēts par divu teorētisko konstruktu – darba atmiņas un darba atmiņas atjaunināšanas – pārklāšanos. Darba atmiņu var pētīt, izmantojot dažāda veida stimulus – verbālus (audiālus vai rakstītus), vizuālus (figūru vai reāli eksistējošu objektu veidā), u.c.), līdz ar to dažādu sakarību pētījumu rezultātos parādās atšķirības. Pētījumu rezultāti uzrādījuši verbāla un matemātiska satura darba atmiņas uzdevumu saistību ar vadības funkcijām, un jaunāki pētījumi apstiprina arī vizuālās darba atmiņas un telpisko spēju saistību ar vadības funkcijām (Miyake, Friedman, Rettinger, Shah, Arbor & Hegarty, 2001). Analizējot dažādus darba atmiņas uzdevumus, pētnieki arī uzsver pastāvošās atšķirības starp vienkāršiem īslaicīgās atmiņas uzdevumiem (piemēram, skaitļu vai burtu virknes) un

sarežģītākiem darba atmiņas uzdevumiem, kas prasa vienlaikus stimulu paturēšanu un papildus apstrādi prātā. Tiek uzskatīts, ka tieši sarežģītākos darba atmiņas uzdevumos lielāka nozīme ir vadības funkcijām, salīdzinot ar vienkāršāka tipa īslaicīgās atmiņas uzdevumiem (Miyake, Friedman, Rettinger, Shah, Arbor & Hegarty, 2001).

Pētījumā par vadības funkciju saistību ar vizuālo darba atmiņu un telpiskajām spējām, veicot faktoranalīzi, atklāti interesanti rezultāti – vizuālās darba atmiņas un vadības funkciju uzdevumi nav nodalāmi kā pilnībā patstāvīgi faktori (Miyake, Friedman, Rettinger, Shah, Arbor & Hegarty, 2001). Pētījumā vadības funkcijas tika mērītas ar Hanoi torņa uzdevumu, kura rezultāti uzrādīja vidēji ciešas saistības ar vizuāli telpiskajām spējām. Hanoi torņa uzdevums mēra plānošanas spēju, tomēr tas ietver izteikti vizuāli telpisku stimulu. Tomēr šis nav vienīgais vadības funkciju tests ar vizuāliem stimuliem. Vadības funkcijas bieži tiek mērītas ar uzdevumiem, kuri balstās tieši uz vizuālu stimulmateriālu (piemēram, ekrānā tiek attēlotas bultiņas, kvadrāti, trijstūri un citas figūras), līdz ar to šo uzdevumu veikšanai jāpielieto līdzīgas pamatspējas kā telpisko spēju un vizuālās darba atmiņas uzdevumu pildīšanai. Jāpiebilst gan, ka vizuāli telpiskās spējas pētījumos parāda saistības arī ar tādiem vadības funkciju uzdevumiem, kur nav tiešs vizuāls stimulmateriāls, piemēram, nejaušu skaitļu virkņu nosaukšanas uzdevumam arī tika atklātas vidēji ciešas saistības ar vizuāli telpiskajām spējām (Miyake, Friedman, Rettinger, Shah, Arbor & Hegarty, 2001).

Kvantitatīvo spēju saistība ar vadības funkcijām pētīta mazāk – piemēram, ja tās iekļautas kā daļa no intelekta testa vai arī izglītības kontekstā, pētot matemātisko sniegumu skolēniem. Tomēr, pētījumi parāda arī kvantitatīvo spēju saistību ar vadības funkcijām. Kvantitatīvās spējas bērniem jau pirmsskolas periodā, mācības uzsākot, ir cieši saistītas ar vadības funkcijām (Fuhs, Nesbitt, Farran & Dong, 2014). Turklāt, pētījumā tika atklāts arī, ka agrīnā vecumā mērītās vadības funkcijas ir saistītas ar matemātisko spēju pieaugumu laika gaitā. Šajā pētījumā vadības funkcijas tika operacionalizētas, mērot kavēšanu, darba atmiņu un uzmanības elastību, tomēr rezultātu aprēķinā tika ņemts vērā viens apvienots vadības funkciju rādītājs. Līdzīgi rezultāti atklāti jau iepriekšējos pētījumos – agrīni noteiktas bērnu vadības funkcijas paredz matemātisko sniegumu, uzsākot skolas gaitas (Clark, Pritchard & Woodward, 2010). Statistiski šis efekts saglabājās, arī ņemot vērā bērnu kognitīvo spēju atšķirības un lasītprasmi.

Tā kā vadības funkcijas (precīzāk – to traucējumi) tiek saistītas ar uzmanības deficītu bērniem un pusaudžiem, tad šīs sakarības ir plaši pētītas. Piemēram, pētījumā par uzmanības traucējumiem un vadības funkcijām atklāts, ka agrīna vecuma uzmanības problēmas ir saistītas ar zemākām vadības funkcijām vēlākā pusaudžu periodā (Friedman, Haberstick, Willcutt, Miyake, Young, Corley & Hewitt, 2007). Pētījumā piedalījās 866 bērni, kuriem tika mērītas vadības funkcijas, intelekts un uzmanības problēmas – ar testiem un skolotāju vērtējumu palīdzību. Skolotāju vērtējums par

uzmanību tika ievāks vairākus gadus pēc kārtas – no 7 līdz 14 gadu vecumam, bet pārējie mērījumi 16-17 gadu vecumā. Tika aprēķinātas korelācijas starp vadības funkciju, intelekta un uzmanības vērtējuma rādītājiem katrā vecumā. Rezultāti rāda, ka uzmanības problēmām visos vecumos no 7-14 gadiem ir statistiski nozīmīga saistība ar problēmām kavēšanas un darba atmiņas atjaunināšanas spējām, kā arī intelektu vēlākos pusaudžu gados, līdz ar to jau agrīnas uzmanības problēmas var norādīt uz nākotnes grūtībām kognitīvajā sfērā un vadības funkcijās. Ar pārslēgšanās spēju vēlākos pusaudžu gados uzmanība statistiski nozīmīgi vairāk korelē agrīnā vecumā – septiņos, deviņos, desmit un vienpadsmit gados. Visciešākā saikne uzmanības problēmām ir tieši ar kavēšanu, kas nozīmē spēju apvaldīt sākotnējo impulsu, un tas apstiprina vadības funkciju nozīmi arī uzmanības deficīta un hiperaktivitātes traucējumu gadījumā. Arī uztveres ātrums nozīmīgi korelē ar visiem trim vadības funkciju veidiem – atjaunināšanu, pārslēgšanos un kavēšanu, kā to parāda gandrīz sešsimt dalībnieku pētījuma rezultāti (Friedman, Miyake, Young, DeFries, Corley & Hewitt, 2008).

Interesantus rezultātus parāda pētījumi ar dvīņu pāriem, tādējādi ļaujot izdarīt secinājumus par vadības funkciju pārmantojamības pakāpi. Pētījumā, kurā ar plaši lietoto Viskonsīnas kartīšu kārtošanas uzdevumu (*Wisconsin Card Sorting Task* – angļu val.) mērīja vadības funkciju pārslēgšanās spēju, atklātas statistiski nozīmīgas saistības monozigotiskiem dvīņu pāriem (Godinez, Friedman, Rhee, Miyake & Hewitt, 2012). Pētījumā piedalījās 191 monozigotisko dvīņu pāris, kā arī 165 pāri ar viena dzimuma, bet dizigotiskiem dvīņiem, līdz ar to dalībnieku skaits ir pietiekoši liels (vairāk kā septiņsimt dalībnieku), lai izdarītu pietiekami ticamus secinājumus par pārslēgšanās spējas pārmantojamības pakāpi. Pētījuma rezultāti liecina, ka pārslēgšanās spējai ir salīdzinoši liela ģenētiska noteiktība, tomēr daļu no pārslēgšanās spējas izpausmes skaidro kādi citi faktori, kas varētu būt, piemēram, vide, emocionālais fons u.c. Šie rezultāti parāda, ka vadības funkcijas ir atkarīgas arī no iedzimtības, tā nosaka, kā cilvēks spēs adaptēties jaunām situācijām, pārslēgt uzmanību no viena veida stimula uz citu, kad tas ir nepieciešams, un kā spēs kontrolēt un vadīt savu uzvedību. Iespējams, ka sava ietekme ir tieši cilvēka nervu sistēmas īpatnībām, kas ir ģenētiski noteiktas un kuras relatīvi grūtāk mainīt ar treniņu palīdzību.

Dvīņu pāru pētījumi arī parāda, ka vadības funkcijas ne tikai ir lielā mērā ģenētiski noteiktas, bet tās ir nošķiramas no intelekta un uztveres ātruma kā neatkarīgi konstrukti (Friedman, Miyake, Young, DeFries, Corley & Hewitt, 2008). Dažādu vadības funkciju veidu iedzimtības pakāpe ir atšķirīga – kavēšanas un atjaunināšanas spējas vairāk ietekmē tieši iedzimtība, bet pārslēgšanās spējai salīdzinoši lielāku pienesumu dod vides faktori, piemēram, mācības skolā, pieredze komunikācijā u.c. Veikt pētījumus ar mērķi izprast, cik lielā mērā vadības funkcijas ir iedzimtas un nošķiramas no kognitīvajām spējām, pētniekus mudinājis tas, ka dažādi uzdevumi vadības funkciju mērīšanai prasa arī kognitīvo vai psihomotoro spēju iesaisti, kas uzdevuma stimulmateriāla dēļ ir neizbēgami

(Friedman, Miyake, Young, DeFries, Corley & Hewitt, 2008). Pētnieki atklājuši, ka trīs vadības funkcijas cieši korelē savā starpā tieši vienotās ģenētiskās ietekmes dēļ, tomēr tās uzskatāmas par trim patstāvīgām funkcijām, jo darba atmiņas atjaunināšanu un pārslēgšanos papildus ietekmē vēl katrai no tām individuāli iedzimtības faktori. Kavēšanas spēju lielākā mērā ietekmē tieši kopīgais ģenētiskais mantojums, kas ir pamatā vadības funkcijām kā kopīgai konstrukta grupai, līdz ar to problēmas ar šo spēju ātrāk izpaužas kā ārēji novērojami simptomi uzvedībā, piemēram, ar uzmanību vai paškontroli. Šie pētnieki, līdzīgi kā šīs disertācijas autore, arī uzskata, ka vadības funkcijas ir vairāk ģenētiski noteiktas un atkarīgas no nervu sistēmas individuālajām īpatnībām, salīdzinot ar kognitīvajām spējām. Tomēr, neskatoties uz augsto iedzimtību, pētnieki uzskata, ka vadības funkcijas ir iespējams mērķtiecīgi trenēt un uzlabot – gan klīniskās, gan normas grupās. Piemēram, jaunākie dvīņu pētījumi liecina par to, ka vadības funkcijām vidēji ir tendence attīstīties arī pēc pusaudžu vecuma, tomēr individuālā līmenī izmaiņas no 17 līdz 23 gadu vecumam novērotas minimāli (Friedman et al., 2016).

Rezumējot, vadības funkciju un kognitīvo spēju sakarības ir plaši pētītas – korelatīvos, longitudinālos, kā arī dvīņu jeb iedzimtības pētījumos. Pētījumi parāda nozīmīgas saistības starp visām visbiežāk mēritajām vadības funkcijām – kavēšanu, pārslēgšanos un darba atmiņas atjaunināšanu – un kognitīvajām spējām, no kurām pētījumos visbiežāk pētīti dažādi darba atmiņas veidi, fluīdais intelekts jeb fluīdā spriešana, verbālās spējas jeb kristalizētais intelekts, kā arī uzmanības noturība, savukārt retāk pētītas kvantitatīvās spējas. No vadības funkcijām visciešākās sakarības ar kognitīvajām spējām uzrāda darba atmiņas atjaunināšana, un visbiežāk ciešākās saistības ir tieši ar fluīdo spriešanu. Atsevišķos pētījumos salīdzinoši vājākas korelācijas ar kognitīvajām spējām parāda pārslēgšanās un kavēšanas vadības funkcijas. Tomēr kopumā pētījumu rezultāti nav viennozīmīgi, kā vienu no iemesliem minot ļoti dažādos vecumposmus, kuros tie veikti. Šajā disertācijā autore mērķis ir izpētīt, kā vadības funkcijas saistās ar fluīdo spriešanu, verbālajām spriešanas spējām, kvantitatīvajām spriešanas spējām un darba atmiņu vecumposmā no sešpadsmit līdz deviņpadsmit gadiem.

1.5. Teorētiskās daļas kopsavilkums

Šajā disertācijā aplūkoti trīs galvenie jēdzieni – problēmrisināšanas prasmes, kognitīvās spējas un vadības funkcijas un to savstarpējās saistības.

Problēmrisināšanas prasmes. Psiholoģijas literatūrā tiek analizētas dažādu veidu problēmas (piemēram, vienkāršas vai kompleksas), tās tiek atšķirīgi definētas un metodoloģiski dažādi pētītas. Vienā no klasiskām teorijām problēmu risināšanu definē kā meklējumiem pilnu procesu problēmas telpā, kas savieno sākotnējo informāciju ar vēlamu iznākumu – problēmas atrisinājumu (Newell and

Simon, 1972, kā minēts Novick, & Bassok, 2005). Pārsvārā problēmu risināšanu iedalīta divās fāzēs: zināšanu iegūšana par problēmu, un zināšanu pielietošana (Novick, & Bassok, 2005). Šāds iedalījums īpaši tiek lietots komplekso problēmu risināšanas pētījumos, un to izmantojam arī šajā disertācijas pētījumā. Mūsdienās tieši komplekso problēmu risināšanas izpēte izvirzījies par vienu no vadošām pieejām šajā jomā (Beckmann & Guthke, 1995; Funke, 2013). Šīs pieejas ietvaros problēmu risināšanu definē kā procesu kopumu, kas norisinās, lai savienotu pašlaik esošo un vēlamu mērķa stāvokli, un tajā iesaistīta gan domāšana, gan darbība (Frensch & Funke, 1995). Kompleksām problēmām raksturīgi, ka problēmas struktūra ietver daudzus savstarpēji saistītus elementus jeb kompleksu sistēmu, kas problēmas risināšanas laikā var mainīties (Fischer, Greiff, & Funke, 2012). Komplekso problēmu uzbūve atšķirībā no vienkāršām problēmām ir komplicētāka, ietver daudz mainīgos un šīs problēmas ir interaktīvas attiecībā pret problēmas risinātāja darbībām un jaunākās pieejas balstās uz vairāku komplekso sistēmu jeb *MCS (Multiple Complex System)* pieeju (Funke, 2014). Komplekso problēmu risināšana tiek pētīta, lietojot datorizētus testus, kas spēj visus šos nosacījumus nodrošināt.

Kognitīvās spējas šajā disertācijā analizētas, balstoties uz psihometrisko pieeju, kur šobrīd plaši atzīts ir Ketela-Horna-Kerola kognitīvo spēju trīs līmeņu modelis, savukārt, papildinošu skatījumu parāda Makgrū un Šneidera veidotais otrais KHK modelis (Carroll, 1993; Schneider & McGrew, 2012). Balstoties uz mūsdienu psihometriskiem kognitīvo spēju modeļiem, kā nozīmīgākās plašās kognitīvās spējas var tikt nosauktas: fluīdā spriešana jeb fluīdais intelekts, kristalizētais intelekts un īslaicīgā atmiņa (Hunt, 2011), jo tās vairāk, salīdzinot ar pārējām spējām, paredz kopējo latentu intelekta mainīgo jeb g faktoru. Tomēr, empīriski pētījumi attiecībā uz kognitīvo spēju un problēmrisināšanas izpēti pārsvārā tiek balstīti tieši uz fluīdās spriešanas un darba atmiņas mērījumiem, savukārt, kristalizētais intelekts parasti šajā jomā netiek pētīts (Greiff et al., 2014). To pamato problēmrisināšanas teorētiķi, definējot, ka problēmu risināšanu neraksturo konkrētas uzkrātas verbālas zināšanas, bet gan vispārīga un no jomas neatkarīga spēja izprast jaunas kopsakarības, atrisināt problēmas un sasniegt noteiktos mērķus (Fischer, Greiff & Funke, 2012). Šīs disertācijas ietvaros tiek pētīts, vai dažādas fluīdās spriešanas spējas – verbālā, neverbālā un kvantitatīvā – vienlīdzīgi saistāmas ar komplekso problēmu risināšanu.

Šīs disertācijas pētījums fokusējas uz vairākām kognitīvām spējām – darba atmiņa, verbālā spriešana, kvantitatīvā spriešana un neverbālā spriešana. Pēdējās trīs ir šaurāka līmeņa kognitīvās spējas, kas visas mēra fluīdo spriešanu jeb fluīdā intelekta spēju, kas iekļaujas psihometriskās pieejas Ketela-Horna-Kerola intelekta modelī kā plašāka jeb otrā līmeņa kognitīvā spēja (Carroll, 1993). Jāpiebilst, ka verbālā spriešana reprezentē ne tikai fluīdo spēju, bet daļēji arī kristalizēto spēju jeb

uzkrātās zināšanas. Tomēr tiek pieņemts, ka verbālās spriešanas tests vairāk attiecināms tieši uz fluīdo spriešanas spēju, jo liek analizēt un meklēt jaunas sakarības starp dažādiem jēdzieniem.

Vadības funkcijas ir virsjēdziens, ar kuru saprot vairāku atsevišķi funkciju kopumu (Barkley, 2012). Būtiskākās vadības funkcijas ir *kavēšana, pārslēgšanās un darba atmiņas atjaunināšana*, kas iekļautas plaši atzītajā trīs latento iezīmju modelī (Miyake et al., 2000). Literatūrā tiek uzsvērts, ka vadības funkcijas nodrošina mērķtiecīgu uzvedību (ko indivīds ieplānojis) un palīdz pārvarēt automātiski noteiktas darbības, sevišķi tas ir svarīgi jaunās situācijās un risinot jaunas problēmas. No šiem teorētiskajiem uzskatiem izriet loģisks pieņēmums, ka vadības funkcijas ir nozīmīgas risinot problēmas, kā arī saistītas ar intelektu kopumā un sevišķi ar fluīdo spriešanu. Abu pēdējo konstruktus saistība jau ir pierādīta dažādos pētījumos, taču problēmrisināšanas un vadības funkciju saistība ir salīdzinoši maz pētīta. Problēmu risināšanas uzdevumos, piemēram, komplekso problēmu datorizētajos testos, parasti ir jāizpēta kāda jauna situācija un, lai maksimāli labi izpildītu uzdevumu, jāpatur prātā visas iespējamās kombinācijas dažādiem problēmas aspektiem. Tas nenoliedzami prasa spēju atjaunināt prātā arvien jaunu pienākošo informāciju un pārslēgties starp dažādiem stimuliem, kas liek domāt, ka jābūt nozīmīgai saistībai starp problēmu risināšanu un vadības funkcijām. Saskaņā ar vienu no atzītākajām teorijām, darba atmiņa ietver arī vadības komponenti (Baddeley & Hitch, 1974). Saistību starp darba atmiņu un vadības funkcijām parāda gan empīriski pētījumi (Miyake, Friedman, Rettinger, Shah, Arbor & Hegarty, 2001), gan teorētiskā analizē abi konstrukti pārklājas. Tātad, sagaidāms, ka arī šīs disertācijas empīriskās daļas rezultāti parādīs saistības starp darba atmiņu un vadības funkcijām, turklāt nozīmīgai saistībai būtu jābūt ne tikai darba atmiņai ar darba atmiņas atjaunināšanu, bet arī ar kavēšanu un pārslēgšanās spēju, kurām arī būtiska ir spēja kontrolēt notiekošo.

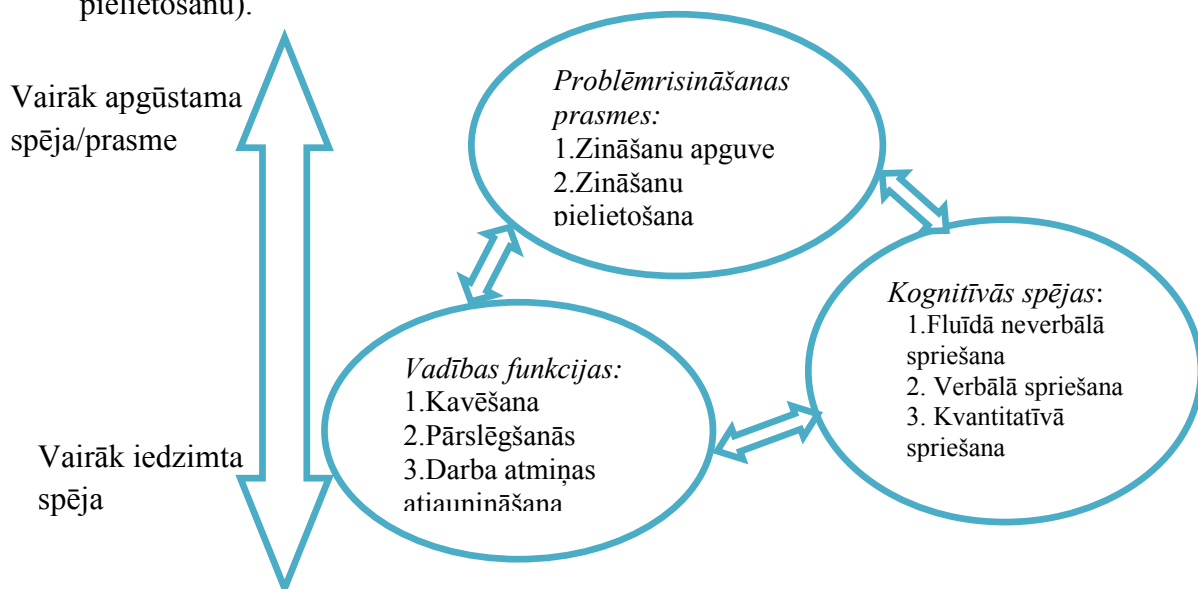
Pēdējos gados kā īpaši aktuāls sabiedrībā izvirzīts problēmrisināšanas prasmju jēdziens, un šīs prasmes tiek pētītas arī vairākos starptautiskos projektos izglītības jomā (piem., OECD, 2013). Tiek uzskatīts, ka tās ir vienas no būtiskām prasmēm, kas nākotnē būs īpaši nepieciešamas, līdz ar to šobrīd jāattīsta jau skolas vecuma bērniem un jauniešiem. Nenoliedzami, ka spēja risināt jaunas, nepazīstamas problēmas ir sevišķi svarīga vidusskolēniem, kam būs jāpielāgojas nākotnes darba tirgum. Tāpēc jo svarīgāk ir izpētīt, kādas tieši kognitīvās spējas un vadības funkcijas vislabāk prognozē spēju risināt problēmas vecumposmā no 16 līdz 19 gadiem, kad jauniešiem drīzumā jāizvēlas nākotnes profesionālās attīstības ceļš.

Pētījumā tiek izvirzīti šādi jautājumi un hipotēze attiecībā uz vecumgrupu 16-19 gadi:

1. Vai komplekso problēmu risināšanas prasmju tests MicroFIN (adaptēts), Verbālās spriešanas tests (oriģināli izstrādāts), Kvantitatīvās spriešanas tests (oriģināli izstrādāts), Fluīdās neverbālās

- spriešanas tests (Reivena matricu saīsinātā versija), Darba atmiņas tests (oriģināli izstrādāts) un vadības funkciju EXAMINER testu kopas latviešu valodas versija (adaptēts) atbilst ticamu un valīdu testu kritērijiem (pēc konverģentās, kritēriālās un struktūras validitātes)?
2. Kādas ir saistības starp kognitīvajām spējām (verbālā spriešana, kvantitatīvā spriešana un neverbālā spriešana, darba atmiņa) un komplekso problēmu risināšanas prasmēm?
 3. Vai kognitīvās spējas un komplekso problēmu risināšanas prasmes vieno kāds kopīgs latentais mainīgais?
 4. Kādas ir saistības starp komplekso problēmu risināšanas prasmēm un vadības funkcijām (mērītām ar MicroFIN testu un EXAMINER testu kopu)?
 5. Vai komplekso problēmu risināšanas prasmes un vadības funkcijas vieno kāds kopīgs latentais mainīgais?
 6. Kādas ir saistības starp kognitīvajām spējām un vadības funkcijām?
 7. Vai kognitīvās spējas un vadības funkcijas vieno kāds kopīgs latentais mainīgais?
 8. Kuras no kognitīvajām spējām un vadības funkcijām vislabāk paredz komplekso problēmu risināšanas prasmju zināšanu apguves aspektu, kontrolējot vecumu un dzimumu?
 9. Kuras no kognitīvajām spējām un vadības funkcijām vislabāk paredz komplekso problēmu risināšanas prasmju zināšanu pielietošanas aspektu, kontrolējot vecumu un dzimumu?
 10. Kuras no kognitīvajām spējām un vadības funkcijām vislabāk paredz komplekso problēmu risināšanas prasmju kopējo rādītāju, kontrolējot vecumu un dzimumu?

Hipotēze: Fluīdā neverbālā spriešana (salīdzinot ar kvantitatīvo un verbālo spriešanu) visvairāk paredz komplekso problēmu risināšanas prasmju abus aspektus (zināšanu apguvi un zināšanu pielietošanu).



1.attēls. Hipotētiska shēma par problēmu risināšanas prasmju, vadības funkciju un kognitīvo spēju sakarībām

2. Metodes daļa

2.1. Pētījuma dalībnieki

Lai atbildētu uz 1.pētījuma jautājumu par katra testa ticamību un validitāti, tika izmantoti dati no kopumā 64-239 skolēnu apjomīgām apakšizlasēm (skat. 1.tabulu) no Latvijas Vidzemes reģiona vidēji lielas pilsētas trīs vidusskolu 10.-12.klasēm, kas bija pildījuši attiecīgos testus, lai varētu veikt to psihometrisko izvērtēšanu. Precīzs skaits ar apakšizlases apjomu, kas ņemts vērā, aprēķinot katra testa ticamības rādītājus, ir raksturots Rezultātu sadaļas 1.tabulā. Tajā atspoguļoti aprakstošās statistikas rādītāji un respondentu skaits individuāli katram mainīgajam. Dzimumu proporcijas katram testam aplūkotas Rezultātu sadaļas 7.tabulā.

Lai atbildētu uz 2., 3., 8. un 10. pētījuma jautājumu un pārbaudītu hipotēzi, tika izmantoti dati no 148 skolēnu lielas izlases no Latvijas Vidzemes reģiona vidēji lielas pilsētas trīs vidusskolu 10.-12.klasēm, no tiem 92 meitenes (62,2%) un 56 zēni, vecumā no 16 līdz 19 gadiem ar vidējo vecumu $M=17,11$ ($SD=0,98$) gadi. Šī apakšizlase bija izpildījuši testu MicroFIN un četrus kognitīvo spēju testus, kas sīkāk raksturoti pētījuma instrumentārija daļā.

Lai atbildētu uz 4. un 5. pētījuma jautājumu, tika izmantoti ievāktie dati no to pašu skolu 74 skolēniem (10.-12.klases), no tiem 53 (71%) meitenes un 21 zēns, vecumā no 16 līdz 19 gadiem ar vidējo vecumu $M=17,05$ ($SD=0,96$) gadi.

Lai atbildētu uz 6. un 7. pētījuma jautājumu, tika izmantoti dati no to pašu skolu 83 skolēnu lielas apakšizlases (10.-12.klases), no tiem 57 (69%) meitenes un 26 zēni, vecumā no 16 līdz 19 gadiem ar vidējo vecumu $M=17,27$ ($SD=1,00$) gadi. No šiem skolēniem tika ievākti vadības funkciju un kognitīvo spēju testu dati.

Lai atbildētu uz 9. pētījuma jautājumu, tika izmantoti dati no to pašu skolu 64 skolēnu lielas apakšizlases (10.-12.klases), no tiem 43 meitenes (67,2%), 21 zēns vecumā no 16 līdz 19 gadiem ($M=17,11$; $SD=0,99$).

2.2. Instrumentārijs

Komplekso problēmu risināšanas prasmes

Šo prasmju mērīšanai izmantots *Komplekso problēmu risināšanas tests* (Complex problem solving) *MicroFIN* (Neubert, Kretzschmar, Wüstenberg & Greiff, 2014), kas izstrādāts Luksemburgas Universitātē un pētījuma ietvaros adaptēts latviešu valodā (pielāgojot testa instrukcijas), balstoties uz norādēm no testu autoriem un vispārpieņemtiem nosacījumiem testu adaptācijā un izstrādē (Kline, 1993). Tests tika vadīts datorizēti vairākiem cilvēkiem kopā grupā, atkarībā no pieejamo datoru skaita. Katrs dalībnieks testu pildīja individuāli, pie sava datora. *MicroFIN* tests sastāv no 7 uzdevumiem jeb mikro-vidēm, katru no tām veido kāds process vai ierīce (piemēram, augu audzēšana siltumnīcā,

koncerta plānošana u.c.), kurai iespējami dažādi stāvokļi. Šie stāvokļi mainās, atkarībā no dalībnieka mijiedarbības ar testa vidi. Piemēram, uzdevumā „Akvārijs”, palielinot skābekļa daudzumu akvārijā par vienu iedaļu, mainās pārējie rādītāji – akvārija ūdens dzidrums, zivju skaits tajā u.c. Attiecīgi, katrā mikrovidē ir dažādi mainīgie faktori, kas savstarpēji mijiedarbojas un ietekmē mikro-vides stāvokli. Skolēnam izpētes laikā ir jāiepazīst šie stāvokļi un to mijiedarbība, kā arī jāizprot pastāvošā loģika, uz kuru mikrovides stāvokļi balstās. *MicroFIN* testam aprēķina trīs rādītājus: 1) zināšanu apguvi, 2) zināšanu pielietošanu, 3) kopējo rādītāju.

MicroFIN Zināšanu apguves rādītāja aprēķināšana balstās uz uzdevumā ietvertās mikro vides procesa – sākotnējā jeb iepriekšējā stāvokļa konstruēšanas novērtēšanu (piemēram, Neubert, Kretzschmar, Wüstenberg & Greiff, 2014). Kad skolēns ir iepazinies ar izpildāmā uzdevuma mikro-vidi, viņam tiek parādīts noteikts stāvoklis, kādā vide atrodas, un tiek parādīta pēdējā darbība, kas tika veikta (piemēram, siltumnīcā nomainīti apstākļi no rudens uz ziemu). Balstoties uz šo informāciju, uzdevuma izpildītājam ir jārekonstruē vides iepriekšējais stāvoklis. Iegūstamais punktu skaits variē no 0 līdz 1 par katru piemēru, un tālāk tiek aprēķināts vidējais kopējais rādītājs, piemēram, ja respondents izpildījis pareizi 40% no uzdevuma, tad attiecīgi iegūst 0,4 punktus.

MicroFIN Zināšanu pielietošanas rādītāja aprēķināšana balstās uz uzdevuma mērķu sasniegšanas novērtējumu pēc izmantoto gājienu skaita – jo mazāk gājienu, jo labāk. Punkti tiek piešķirti pēc tāda paša principa kā zināšanu apgušanas rādītājam – katrā piemērā iespējams iegūt 0 līdz 1 punktu, un no visiem piemēriem tiek summēts vidējais rādītājs, kurš arī izteikts diapazonā no 0 līdz 1 punktam.

Abi problēmrisināšanas rādītāji – *Zināšanu apguves rādītājs* un *Zināšanu pielietošanas rādītājs* – veido kopējo *MicroFIN Komplekso problēmu risināšanas rādītāju*, ko aprēķina kā vidējo no abiem minētajiem rādītājiem, un tas izteikts diapazonā no 0 līdz 1 punktam.

Luksemburgas Universitātes pētījumā *MicroFIN* testa Zināšanu apguves skalas ticamība bija $\omega = 0,79$ un Zināšanu pielietošanas skalas $\omega = 0,78$, mērot to ar Makdonalda omega rādītāju (Neubert et al., 2015; Zinbarg, Revelle, Yovel, & Li, 2005). Attiecīgā pētījuma rezultāti parādīja, ka testa konverģentā validitāte ir pietiekoši laba, jo korelācija starp *MicroFIN* un *MicroDYN* testu, kas ir viens no klasiskiem un daudz lietotiem testiem šo mainīgo mērīšanas jomā, ir augsta ($r > 0,56$) (Neubert et al., 2015).

Kognitīvās spējas

Kognitīvo spēju mērīšanai tikai izmantoti vairāki disertācijas ietvaros oriģināli radīti testi, izmantojot literatūrā jau pazīstamus šādu testu izstrādes principus, kā arī Reivena standarta progresīvo

matricu saīsināta versija (Raven, 1958; Georgiev, 2008). Tālāk detalizēti raksturoti visi izmantotie vai radītie testi. Visiem testiem procedūra tika veidota tā, lai tos var lietot frontāli grupās.

a) Verbālā spriešana

Verbālā spriešana tika mērīta ar autores izstrādātu *Verbālo analogiju testu* (Hačatjana, skat. 1. pielikums). Testa panti veidoti pēc attiecīgo uzdevumu tipa principiem, kā, piemēram, *Vudkoka-Džonsones starptautiskā izdevuma kognitīvo spēju testā*, kas adaptēts un standartizēts latviešu valodā (Woodcock, 2001; Rascevska, & Upzare, 2001). *Verbālās spriešanas testā* respondentam ir jāsaprot, kāda sakarība pastāv starp diviem stimulvārdiem un, balstoties uz šo sakarību, jāizdomā, kāds ir otrā pāra trūkstošais vārds. Sākotnēji tika radīti 36 verbālo analogiju panti, kas tika testēti nelielā N=36 cilvēku izlasē. Aprēķinot psihometriskos rādītājus visiem testa pantiem, gala versijā tika atstāti 20 uzdevumi. Testam ir laika ierobežojums – 4 minūtes. Respondentu atbildes tika vērtētas ar „0” punktiem par nepareizu atbildi un ar „1” punktu par pareizu atbildi, kopā maksimālais punktu skaits ir 20 punkti. Vairākiem piemēriem kā atbilstošas tika ieskaitītas vairāku veidu atbildes, piemēram, sinonīmi vai jēdzieni ar līdzīgu funkcionalitāti vai nozīmi (piemēram, gan „eksperiments”, gan „pētījums” tika ieskaitīti kā pareizi 11. uzdevumā). Testa gala versijai, kas tika lietota šīs disertācijas empīriskajā daļā, ticamība ir augsta (Spīrmena-Brauna sadalīto formu koeficients ir 0,81). Citi testa psihometriskie rādītāji norādīti Rezultātu daļas aprakstā.

b) Kvantitatīvā spriešana

Kvantitatīvās spriešanas mērīšanai disertācijas autore izveidoja testu, kas ietver skaitļu virknes un matricas, kurās skaitļi veido loģiskas sakarības (skat. 2. pielikumu). Katrā testa uzdevumā respondentam ir jāsaprot, kāda sakarība pastāv starp skaitļiem un jāsniedz atbilde, aizpildot tukšo rūtiņu ar vajadzīgo skaitli. Sākotnējā pilottestēšanā ar 36 dalībniekiem tika lietota testa pirmā versija ar 26 pantiem, kas satur gan skaitļu virknes, gan skaitļu matricas. Pēc pilottesta rezultātiem tika atstāti 16 testa panti ar labākiem psihometriskiem rādītājiem. Kvantitatīvās spriešanas testam bija laika ierobežojums – 10 minūtes. Atbildes tika vērtētas ar „0” punktiem par nepareizu atbildi un ar „1” punktu par pareizu atbildi, kopā maksimāli iegūstot 16 punktus. Testa gala versijas, kas tika lietota disertācijas empīriskajā daļā, ticamības rādītājs ir augsts (Spīrmena-Brauna sadalīto formu koeficients ir 0,84). Citi testa psihometriskie rādītāji norādīti Rezultātu daļas aprakstā.

c) Fluīdā neverbālā spriešana

Fluīdā neverbālā spriešana tika mērīta ar Reivena standarta progresīvo matricu testa (Raven, 1958) saīsināto versiju. Reivena matricu testā katrā uzdevumā attēlotie objekti veido kādu loģisku sakarību, kas respondentam ir jāizprot. No dotajiem atbilžu variantiem respondentam ir jāizvēlas,

viņaprāt, pareizais attēls, kas loģiski papildina iztrūkstošo vietu pamatzīmējumā. Reivena testa oriģinālā versija sastāv no 60 uzdevumiem, kas izvietoti piecās testa kopās. Reivena matricas – gan standarta, gan advancētā forma – nereti tiek lietotas dažādos saīsinātos veidos (Wytek, Opgenoorth & Presslich, 1984; Domino & Domino, 2006; Van der Elst et.al, 2013), turklāt saīsinātās formas uzrāda labus ticamības un validitātes rādītājus (Watts, Baddeley & Williams, 1982). Pārskatu par Reivena matricu testa psihometriskajiem rādītājiem dažādās izlasēs un dažādu testu formu lietojamību plaši aprakstījis Džons Reivens savā publikācijā (Raven, 2000). Šīs disertācijas ietvaros tika lietoti 20 uzdevumi ar augstāku grūtības pakāpi un augstāku panta korelāciju ar kopējo testa rādītāju, izmantojot C, D un E kopas. Šādi izmantota uzdevuma komplekta psihometriskie rādītāji pētīti jau iepriekš (Georgiev, 2008). Atbildes tiek vērtētas ar „0” punktiem par nepareizu atbildi un ar „1” punktu par pareizu atbildi, maksimāli iespējams iegūt 20 punktus. Saīsinātās testa formas psihometriskie rādītāji oriģināli tika pārbaudīti $n=506$ cilvēku lielā izlasē vecumā no 14 līdz 18 gadiem ($M=15,59$; $SD=0,81$) (Georgiev, 2008). Šīs disertācijas pētījumā Reivena tests uzrāda augstu ticamību (Spīrmena-Brauna sadalīto formu koeficients ir 0,83). Citi testa psihometriskie rādītāji norādīti Rezultātu daļas aprakstā.

d) Darba atmiņa

Darba atmiņas mērīšanai disertācijas ietvaros tika izveidots tests – Darba atmiņas apgriezto skaitļu virkņu tests (īsumā to dēvēsim par Darba atmiņas testu), kas balstīts uz līdzīgiem principiem, kā plaši lietojamās intelekta testos (Wechsler, 2003), tikai darba atmiņas uzdevumu nosacījumi pielāgoti testa vadīšanai grupas apstākļos, nevis individuālai testēšanai (skat. 3. pielikumu). Apgrieztās skaitļu virknes sastāv no 12 uzdevumiem – ar 3 līdz 7 cipariem katrā virknē ar pieaugošu ciparu skaitu katrās nākamajās divās virknēs, kas pēc noklausīšanās skolēnam bija jāuzraksta pretējā secībā. Virknēs tiek lietoti cipari no 1 līdz 9, un tie neatkārtojas viena piemēra ietvaros. Sākotnēji tika izveidota testa versija ar 24 piemēriem, kas tika pārbaudīta pilotpētījumā ar 36 dalībniekiem, un atstātas virknes, kas demonstrēja augstāku diskriminācijas rādītāju. Šis darba atmiņas tests izstrādāts vadīšanai frontāli grupā. Testētājs nolasa instrukciju un tad sauc katru ciparu virkni. Kad tā nosaukta, pētījuma dalībnieki drīkst sākt rakstīt dzirdētos skaitļus pretējā secībā, vadītājs kontrolē, lai skolēni neveic pierakstu ātrāk. Atbildes tiek vērtētas ar „0” punktiem par nepareizu virkni un ar „1” punktu par pareizu atbildi. Par nepareizu tiek uzskatīta arī atbilde, kas tikusi labota, piemēram, starp diviem jau uzrakstītiem cipariem tiek iestarpināts cits cipars. Testa gala versijas ticamības rādītājs ir labs (Spīrmena-Brauna sadalīto formu koeficients ir 0,75). Citi testa psihometriskie rādītāji norādīti Rezultātu daļas aprakstā.

Vadības funkcijas

Vadības funkciju izpētei tika lietoti vairāki uzdevumi no EXAMINER vadības funkciju datorizētu testu kopas (Possin, Lamarre, Wood, Mungas, & Kramer, 2013), kas paredzēta vadības funkciju mērīšanai plašā vecuma diapazonā (Kramer, 2014). EXAMINER tests tika adaptēts latviešu valodā pilotpētījuma ietvaros. Tests adaptēts pilotpētījumā 60 dalībnieku izlasē un rezultāti publicēti zinātniskā rakstā (skat. Ivanova, Plauča, Sebre & Raščevska, 2016). Testa adaptācijas procesā vairāku uzdevumu instrukcijas tika pielāgotas, lai testi būtu lietojami arī veicot testēšanu grupās. Testa uzdevumi, kas adaptēti latviešu valodā un izmantoti disertācijas pētījumā mēra šādas vadības funkcijas: 1) *kavēšana/apvaldīšana (Flanker Task)*, 2) *darba atmiņas atjaunināšana (N-back Task)* un 3) *pārslēgšanās (Set Shifting)*. Katram vadības funkciju aspektam tiek novērtēta gan precizitāte (cik pareizas atbildes tiek sniegtas), gan reakcijas laiks sekundēs (cik ātri tiek nospiesta atbilde).

a) *Kavēšana* tika mērīta ar testu „*Flanker task*” (flanga uzdevums), kas sastāv no 24 uzdevumiem. Katrā piemērā redzamas ekrāna vidū horizontāli novietotas piecas bultiņas, kas vērstas pa labi vai pa kreisi (EXAMINER testa piemērus skatīt 4. pielikumā). Pētījuma dalībniekam tiek lūgts katru reizi nospiegt uz datora klaviatūras to bultu (pa labi vai pa kreisi), kurā virzienā rāda vidējā bultiņa no ekrānā esošās bultu rindas. Saskaņotajiem uzdevumiem visas bultas ir vērstas vienā virzienā, savukārt, nesaskaņotajiem uzdevumiem vidējā bultiņa ir vērsta pretējā virzienā, salīdzinot ar pārējām bultām. Testa ietvaros tiek vērtēta tieši nesaskaņoto uzdevumu izpilde, jo tie reprezentē kavēšanu – spēju apvaldīt pirmo automātisko reakciju, kas šajā gadījumā būtu nospiegt tā virziena bultu, kurā virzienā rāda vairākums no bultiņām un ekrāna. Par katru pareizo atbildi tiek piešķirts 1 punkts. Maksimālais iegūstamais punktu skaits ir 24 punkti.

b) *Pārslēgšanās* tika mērīta ar testu, kurā nepieciešamas pārslēgt uzmanību starp diviem figūru raksturojošiem lielumiem – krāsu un formu. Ekrānā ik reizi parādās divas figūras un tās jāsalīdzina ar trešo figūru, norādot uz to figūru, ar kuru kopīga ir krāsa vai forma, turklāt šis nosacījums periodiski mainās. Piemēram, sākumā sarkans trijstūris „sader kopā” ar sarkanu kvadrātu, jo abi jāsalīdzina pēc krāsas, bet nākamajā uzdevumā sarkans trijstūris ir saderīgs ar zilu trijstūri, jo jaunais nosacījums liek figūras salīdzināt pēc formas. Kopā ir 64 testa panti, par katru var iegūt vienu punktu, ja tiek sniegta pareizā atbilde. Maksimālais iegūstamais punktu skaits ir 64 punkti.

c) *Darba atmiņas atjaunināšana* tika mērīta ar tipisku „*N-back*” (“N(soļu)-atpakaļ”) formāta uzdevumu, kurā ekrānā viens pēc otra parādās kvadrāti, kas novietoti dažādās ekrāna vietās. Dalībniekam visu laiku jāpatur prātā iepriekšējā kvadrāta atrašanās vieta un jāsalīdzina tā ar pašreiz redzamā kvadrāta atrašanās vietu. Ja atrašanās vieta kvadrātiem sakrīt, tad dalībnieks spiež bultiņu pa labi (bultiņa apzīmē „Jā!”), bet, ja tās nesakrīt, tad spiež bultiņu pa kreisi (bultiņa apzīmē „Nē!”). Katrā nākamajā piemērā atmiņa ir atkal jāatjaunina un uzmanība jāfokussē uz esošo un iepriekšējo

kvadrātu. Kopā var iegūt maksimāli 30 punktus, par katru pareizu atbildi – vienu punktu. Testa psihometriskie rādītāji norādīti Rezultātu daļas aprakstā.

Lai pārbaudītu testu validitāti, tika analizētas savstarpējās korelācijas starp testiem. Fluīdās neverbālās spriešanas tests kalpoja kritēriālās validitātes pārbaudei pārējiem spriešanas testiem, jo visi ietver fluīdās spriešanas elementus. Tāpat kritēriālās validitātes pārbaudei attiecībā uz komplekso problēmu risināšanas testu arī tika lietoti visi kognitīvo spēju – spriešanas testi. Darba atmiņas tests kalpoja konverģentās validitātes pārbaudei Darba atmiņas atjaunināšanas testam.

Demogrāfisko rādītāju un pašnovērtējuma anketa

Dalībniekiem tika lūgts norādīt demogrāfiskos datus par sevi – vecumu, dzimumu, klasi. Papildus tam dalībniekiem tika lūgts 10 baļļu skalā sniegt pašnovērtējumu par savu spēju tikt galā ar dažādām problēmsituācijām, atbildot uz jautājumu: „Kā tu pats vērtē savu spēju individuāli (vienam pašam) tikt galā ar dažādām problēmu situācijām, ar kurām sastopies (gan ikdienas situācijās, gan lielākās problēmās)?” Kā arī tika lūgts 10 baļļu skalā novērtēt savas datorprasmes, atbildot uz jautājumu: „Kā tu pats vērtē savas datorlietotāja prasmes skalā no 1 līdz 10 – atzīmē zemāk, ievelkot krustiņu pie attiecīgās balles!”

2.3. Procedūra

Pētījuma empīriskās daļas datu vākšana noritēja no 2014.gada oktobrim līdz 2015.gada aprīlim. Vispirms tika veikti vairāki pilotpētījumi verbālās spriešanas, kvantitatīvās spriešanas un garba atmiņas spēju testu izstrādē. Tad dati tika vākti mērķtiecīgai pētījumu jautājumu pārbaudei.

Pirmajā tikšanās reizē mācību stundu laikā datorklasē, strādājot individuāli pie datora, skolēni izpildīja datorizētu *MicroFIN* testu. Sākumā tika pastāstīts pamatojums testēšanai, savukārt, visas instrukcijas un piemērs, kā pildīt testu, bija redzams datora ekrānā testa ietvaros.

Otrajā tikšanās reizē skolēni grupā pildīja kognitīvo spēju testus – papīra formātā tika ievākti verbālās spriešanas un kvantitatīvo spēju testa dati. Pēc tam sekoja Darba atmiņas (apgriezto skaitļu virknes) testa izpilde, eksaminētājam saucot skaitļus skaļi. Papīra formātā skolēni sniedza arī demogrāfisko informāciju par sevi (dzimums, vecums, klase) un atbildēja uz jautājumiem par savām datorprasmēm un veica problēmrisināšanas prasmju pašnovērtējumu.

Trešajā tikšanās reizē nodarbības laikā datorklasē tika pildīta fluīdās spriešanas Reivena matricu testa datorizētā saīsinātā versija. Nākamajā posmā notika vadības funkciju testēšana. Katrs skolēns individuāli pildīja EXAMINER vadības funkciju testu pie sava datora.

Visus pētījumā lietotos testus neizpildīja visi dalībnieki dažādu tehnisku un citu iemeslu dēļ: daļa no skolēniem nebija skolā visās trīs testēšanas reizēs, vienā skolā datori nebija tehniski atbilstoši

(novecojusi programmatūra un neatbilstoša ekrāna izšķirtspēja), lai instalētu vadības funkciju datorizēto testu, divās skolās atsevišķos datoros vadības funkciju testiem pilnībā neierakstījās un nesaglabājās dati par vairākiem skolēniem, atsevišķu skolēnu pildītie testi tika izslēgti no tālākas apstrādes, jo motivācijas trūkuma dēļ šie skolēni testus neizpildīja līdz beigām.

Dažiem dalībniekiem trūkstošie atsevišķi testa rādītāji (pa vienam) atgūti, matemātiski nosakot iespējamās teorētiskās vērtības no viņu vidējiem citu kognitīvo testu vai vadības funkciju rādītājiem. Lai iegūtu trūkstošās testa skalas ekstrapolētās vērtības, tika lietota lineārā regresiju analīze. Lai izskaitļotu kāda indivīda trūkstāšo testa vērtību, ņemti vērā tikai tie pārējie dalībnieki, kuri pildījuši ekstrapolācijas aprēķinam nepieciešamos testus, tāpēc to skaits atšķiras no gadījuma uz gadījumu, ekstrapolēto datu apjoms katram mainīgajam nepārsniedz 10 gadījumus.

2.4. Datu apstrāde

Datu apstrādei tika lietotas aprakstošās un secinošās statistikas metodes: korelāciju, regresiju analīze, atšķirību noteikšanas mērījums ar t-testu, iekšējās saskaņotības un paralēlo testa formu ticamības rādītāji, faktoru analīze. Dati tika apstrādāti, lietojot MS SPSS datorprogrammas 20.versiju.

3. Pētījuma rezultāti

Pirms tiek sniegtas atbildes uz pētījuma pamatjautājumiem un hipotēzi, sākumā aplūkoti pētījumā lietoto testu psihometriskie rādītāji. Tika noteikti testu skalu ticamības rādītāji (ietverot plašāku testu pantu psihometrisko rādītāju pārskatu 5.-9. pielikumos), sniegta informācija par skalu aritmētiskajiem vidējiem un standartnovirzēm, noteikta to atbilstība normālam sadalījumam, kā arī pārbaudītas korelācijas ar vecumu un dzimumu.

Pētījumā adaptēto un izveidoto testu ticamība un validitāte

Aprakstošās statistikas rādītāji (minimālā un maksimālā vērtība, M, SD, ticamības rādītājs) un mainīgā atbilstība normālajam sadalījumam norādīti 1.tabulā. Testiem ir izmantoti dažādi ticamības rādītāji – Kronbaha alfa vai sadalīto formu ticamība, atkarībā no mainīgā un testa specifikas.

1.tabula. Pētījumā iekļauto mainīgo aprakstošās statistikas un ticamības rādītāji

<i>Mainīgais</i>	<i>Pantu skaits</i>	<i>Min.</i>	<i>Maks.</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>N</i>	<i>Testa ticam.</i>	<i>Norm. sadal.^c</i>	<i>K.S. p vērtība^d</i>
Vecums	-	16	19	17,27	0,97	239	-	-	
<i>Kognitīvās spējas</i>									
Verbālā spriešana	20	2	20	12,42	4,00	221	0,81 ^b	0,13	0,00
Darba atmiņa	12	2	12	7,41	2,28	231	0,75 ^b	0,10	0,00
Kvantitatīvā spriešana	16	1	16	9,13	3,70	232	0,84 ^b	0,11	0,00
Fluīdā neverbālā spriešana	20	4	19	10,69	3,54	236	0,83 ^b	0,07	0,025
<i>Komplekso problēmu risināšanas prasmes</i>									
Problēmrisināšanas zināšanu apguve	6	0,08	1,00	0,38	0,22	239	0,74 ^a	0,15	0,00
Problēmrisināšanas zināšanu pielietošana	6	0,04	0,96	0,50	0,19	239	0,74 ^a	0,08	0,016
Problēmrisināšanas kopējā balle	12	0,08	0,85	0,44	0,19	239	0,84 ^a	0,11	0,00
<i>Vadības funkcijas</i>									
Kavēšanas precizitāte	24	14	24	22,21	1,77	89	0,58 ^a	0,21	0,00
Kavēšanas reakcijas laiks	24	0,48	1,45	0,62	0,11	89	0,92 ^a	0,15	0,00
Pārslēgšanās precizitāte	64	31	64	57,98	5,34	94	0,92 ^a	0,21	0,00
Pārslēgšanās reakcijas laiks	64	0,38	1,87	0,72	0,21	92	0,96 ^a	0,07	0,20
Darba atmiņas atjaunināšanas precizitāte	30	17	30	27,24	2,28	103	0,61 ^a	0,18	0,00
Darba atmiņas atjaunināšanas reakcijas laiks	30	0,43	1,92	0,77	0,23	96	0,86 ^a	0,13	0,00
<i>Pašnovērtējuma rādītāji</i>									
Datorprasmju pašnovērtējums	1	4	10	7,38	1,12	232	-	0,18	0,00
Problēmrisināšanas prasmju pašnovērtējums	1	3	10	7,55	1,19	233	-	0,20	0,00

^a Kronbaha alfa - iekšējās saskaņotības rādītājs

^b Sadalīto formu ticamība, Spīrmena-Brauna koeficients

^c Norm. sadal.: Kolmogorova-Smirnova kritērijs ar Lilifora korekciju – atbilstība normālam sadalījumam

^d Kolmogorova-Smirnova kritērija *p* vērtība

Lai pārbaudītu, vai pētījumā iekļautajiem mainīgajiem ir normāls sadalījums, tika aprēķināts Kolmogorova-Smirnova kritērijs ar Lilifora korekciju. Rezultāti rāda, ka ar ticamību $p > 0,05$ normālu sadalījumu veido tikai EXAMINER Pārslēgšanās reakcijas laika mērījums, savukārt pārējiem mainīgajiem nav normāls sadalījums.

Ticamības rādītāji rēķināti skalām, kurus veido vairāku pantu summa vai to vidējais rādītājs, izņemot komplekso problēmu risināšanas kopējo balli, jo to veido vidējais rādītājs no abiem problēmrisināšanas rādītājiem. Skolēnu pašnovērtējuma abiem mainīgajiem nav rēķināti iekšējās saskaņotības rādītāji, jo šie mainīgie mērīti ar vienu jautājumu, kas novērtēts desmit ballu skalā. Šajā gadījumā piemērotāka būtu retesta ticamība, bet šī pētījuma ietvaros šāds mērījums nav veikts. EXAMINER Kavēšanas spējas rādītāji netiek izmantoti tālākai analīzei, jo parādījuši zemu ticamības rādītājus, zemu variāciju izlasē un zemu grūtības pakāpi. Pētījumā lietotais vadības funkciju tests EXAMINER ir adaptēts latviešu valodā un parāda atbilstošus psihometriskos rādītājus, kas publicēti rakstā (Ivanova, Plauča, Sebre & Raščevska, 2016).

Kā jau minēts Metodes sadaļā, kognitīvo spēju testi tika izstrādāti disertācijas ietvaros un sākotnēji tie tika pārbaudīti pilotpētījumā. Testi kopumā parāda atbilstošus pantu psihometriskos rādītājus, vēlamajos diapazonos (Kline, 2000). Detalizētāk testu pantus raksturojošos rādītājus var aplūkot disertācijas 5.-9. pielikumā.

Pētījumā lietoto testu validitāte

Komplekso problēmu risināšanas prasmes, ko mēra *MicroFIN* tests, ir šī pētījuma centrālais mainīgais. Šis tests parāda pietiekami augstus iekšējās saskaņotības rādītājus (skat. 1. tabulu). *MicroFIN* testa struktūras validitātes pārbaudei Latvijas izlasē tika aprēķinātas savstarpējās korelācijas starp abām *MicroFIN* testa skalām, un katras skalas korelācija ar kopējo testa rādītāju (skat.2. tabulu). Iegūtas statistiski nozīmīgas un ciešas korelācijas, kas apliecina *testa struktūras validitāti* Latvijas skolēnu (16 -19 gadi) izlasē.

2.tabula. Komplekso problēmu risināšanas testa MicroFIN skalu savstarpējās korelācijas un korelācija ar kopējo testa rādītāju

Mainīgie lielumi	Problēmrisināšanas zināšanu apguves aspekts, n=167	Problēmrisināšanas zināšanu pielietošanas aspekts, n=167	Pašnovērtētās problēmu risināšanas prasmes, n=167
<i>Komplekso problēmu risināšanas prasmes</i>			
Problēmrisināšanas zināšanu apguve	-		0,17*
Problēmrisināšanas zināšanu pielietošana	0,63**	-	0,00
Problēmrisināšanas kopējais rādītājs	0,92**	0,87**	0,11

* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$.

MicroFIN testa *vienlaicīgās konverģentās validitātes* pārbaudei tika izmantoti skolēnu savu problēmrisināšanas prasmju pašnovērtējumi, tomēr ņemot vērā, ka tiek salīdzināti psihometriskā testa rādītāji ar pašnovērtējuma veida rādītāju, tad secinājumi jāizdara piesardzīgi. Kā redzams 2.tabulā, tikai Problēmrisināšanas zināšanu apguves skala statistiski nozīmīgi korelē ar pašnovērtēto problēmu risināšanas prasmi. Interpretējot šos datus, jāņem vērā, ka pašnovērtētās problēmu risināšanas prasmes tika mērītas ar vienu jautājumu, kurš aplūko vispārīgu spēju risināt problēmas (arī ikdienas problēmas), savukārt, komplekso problēmu risināšanas tests fokusēts uz specifisku, kompleksu problēmu risināšanu datorizētā kontekstā un nav pašvērtējums. Kopumā daļēji tiek apstiprināta konverģentā validitāte, balstoties uz MicroFIN testa skalu korelācijām ar skolēnu pašnovērtējumiem, turklāt šis indikators jāvērtē piesardzīgi, jo iepriekšējos pētījumos komplekso problēmu testa mērījumiem nav noteikta saistība ar skolēnu pašu novērtējumu par savām problēmrisināšanas prasmēm.

Komplekso problēmu risināšanas testa *vienlaicīgās kriteriālās validitātes* pārbaudei analizētas arī savstarpējās korelācijas ar kognitīvajām spējām, kas aplūkotas 3.tabulā. Šādā veidā tipiski tiek pārbaudīta komplekso problēmu risināšanas testa kriteriālā validitāte (Neubert, Kretzschmar, Wüstenberg & Greiff, 2014). Korelācijas atspoguļotas arī ar statistiski aprēķināto “g” faktoru (par “g” faktorā iekļautām spējām detalizēti redzams tālāk 5.tabulā). Kā redzams 3.tabulā, tad kriteriālā validitāte, balstoties uz MicroFIN skalu korelācijām ar kognitīvo spēju testiem, tiek apstiprināta, jo

visām problēmrisināšanas skalām pastāv statistiski nozīmīgas korelācijas ar visiem kognitīvo spēju veidiem, kas saskan ar citiem jaunākajiem līdzīga rakstura pētījumiem (Kretzschmar, Neubert, Wustenberg & Greiff, 2016).

3.tabula. Spīrmena korelāciju koeficienti starp kognitīvajām spējām un Komplekso problēmu risināšanas prasmēm (MicroFIN)

Mainīgie lielumi	Kognitīvo spēju testi				Statistiskais “g” faktors
	Verbālā spriešana	Darba atmiņa	Kvantitatīvā spriešana	Fluīdā neverbālā spriešana	
<i>Komplekso problēmu risināšanas prasmes (MicroFIN):</i>					
Problēmrisināšanas zināšanu apguve	0,41**	0,18*	0,26**	0,50**	0,48**
Problēmrisināšanas zināšanu pielietošana	0,45**	0,21**	0,25**	0,51**	0,48**
Problēmrisināšanas kopējais rādītājs	0,48**	0,21**	0,27**	0,56**	0,53**

* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$, (n=148).

Lai pārliecinātos par atsevišķu kognitīvo spēju testu vienlaicīgo kriteriālo un/vai konverģento validitāti, tika aprēķinātas šo testu savstarpējās korelācijas, kā arī korelācijas ar statistiski iegūto “g” faktoru (skat. 4.tabulu). Kā redzams, visi kognitīvo spēju testi savstarpēji statistiski nozīmīgi korelē, un loģiski, ka augstākās korelācijas veido Fluīdā neverbālā spriešana (Reivena matricu īsā versija) ar Verbālās spriešanas un Kvantitatīvās spriešanas testiem (no $r=0,52$ līdz $r=0,60$), jo pārējie divi arī daļēji raksturo fluīdo spriešanu, kā arī “g” faktors ar visām spriešanas spējām.

4.tabula. Spīrmena korelāciju koeficienti starp kognitīvajām spēju testiem

Mainīgie lielumi		1	2	3	4
1	Verbālā spriešana	-			
2	Darba atmiņa	0,19**	-		
3	Kvantitatīvā spriešana	0,39**	0,29**	-	
4	Fluīdā neverbālā spriešana	0,60**	0,19**	0,52**	-
5	Statistiskais “g” faktors	0,75**	0,25**	0,80**	0,87**

* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$, $n=148$.

Lai rezultātu interpretācijā varētu spriest arī par kopīgo “g” faktoru jeb intelekta latento spēju un tās saistību ar problēmrisināšanas prasmēm, tika aprēķināts statistiskais “g” faktors, veicot faktoru analīzi, kurā tika iekļautas visas mērītās kognitīvās spējas (verbālā, neverbālā, kvantitatīvā spriešana un darba atmiņa). Lai iegūtu teorētisko „g” faktoru, tika veikta izpētošā faktoru analīze ar visām mērītajām kognitīvajām spējām, izmantojot galveno asu faktorizācijas metodi ar varimaksa rotāciju, nedefinējot, cik faktorus ir jāizgūst, ierobežojums – faktora īpašvērtība >1 . Rezultātā trīs spriešanas spējas mērošie mainīgie – fluīdā neverbālā spriešana, verbalā spriešana, kvantitatīvā spriešana – izveidoja *vienu kopīgu faktoru*, kas izskaidro kopā 38,23% no kopējās variācijas, ar determinācijas koeficientu 0,183, savukārt, darba atmiņa iekļāvās šajā faktora modelī ar faktorvērtību zemāku par $<0,40$. Modelis apstiprinās kā statistiski nozīmīgs, aprēķinot tā maksimālās atbilstības rādītāju (*maximum likelihood goodness-of-fit*) ($\chi^2 = 40,55$; $df=9$; $p=0,000$). Teorētiskais “g” faktors tālāk izmatots arī regresiju analīžu veikšanā, lai pārbaudītu, cik lielā mērā problēmrisināšanas prasmes paredz kopējais “g” faktors.

5.tabula. Kognitīvo spēju faktoru analīzes rezultāti ($n=148$)

Mainīgie lielumi		Faktoru sva ¹
Kognitīvās spējas	Fluīdā neverbālā spriešana	0,75
	Kvantitatīvā spriešana	0,72
	Verbālā spriešana	0,68
	Darba atmiņa	0,20

¹Īpašvērtības 2,09; Dispersijas procenti 52,17 %; KMO=0,68; $\chi^2 = 117,39$ ($df=6$; $p=0,000$).

Vadības funkciju testa EXAMINER latviešu valodas versijas adaptēšanas process, ticamības un validitātes rādītāji no iepriekš veikta pilotpētījuma detalizētāk izklāstīti atsevišķā publikācijā (Ivanova, Plauča, Sebre & Raščevska, 2016). Salīdzinot ar pilotpētījuma datiem, šajā pētījumā vadības funkciju testa Kavēšanas precizitātei ir ievērojami zemāka pantu iekšējā saskaņotība, savukārt, Darba atmiņas atjaunināšanas precizitātei ir augstāka iekšējā saskaņotība (skat. 1.tabulu). Pārējiem testiem šie rādītāji ir vienlīdz augsti, salīdzinot ar oriģinālo pilotpētījumu (Ivanova, Plauča, Sebre & Raščevska, 2016). Turpmāk 6. tabulā redzamas šīs disertācijas ietvaros veiktajā pētījumā atklātās savstarpējās korelācijas starp visiem EXAMINER vadības funkciju veidiem un to precizitātes un reakcijas laika mērījumiem, izņemot Kavēšanas mērījumus, jo tie uzrādījuši neatbilstošus ticamības rādītājus.

6.tabula. Spīrmena korelāciju koeficienti starp EXAMINER vadības funkciju testiem

Mainīgie lielumi	1	2	3
1 Pārslēgšanās precizitāte	-		
2 Pārslēgšanās reakcijas laiks	0,05 ^b	-	
3 Darba atmiņas atjaunināšanas precizitāte	0,34 ^{**a}	-0,09 ^a	-
4 Darba atmiņas atjaunināšanas reakcijas laiks	-0,01 ^a	0,64 ^{**a}	-0,31 ^{**c}

* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$, ^a $n=87$; ^b $n=94$; ^c $n=98$

Pētījuma mainīgo dzimumatšķirības

Lai noskaidrotu, vai disertācijas pētījumā mērītajiem mainīgajiem pastāv atšķirības starp dzimumiem un vai dzimums varētu iespaidot rezultātus kā sajauktais mainīgais, tika aprēķināti t-testa rādītāji (skat. 7.tabulu).

Rezultāti parāda, ka statistiski nozīmīgas dzimumatšķirības pastāv tikai mērījumiem – Kvantitatīvā spriešana ($t=-5,37$; $p < 0,01$) un Datorprasmju pašnovērtējums ($t=-3,65$; $p < 0,01$), kur augstākus rādītājus uzrādījuši zēni. Tātad, šie rādītāji jāņem vērā, tālāk analizējot daudzfaktoru regresijas modeļus.

7.tabula. Dzimumatšķirības pētījumā mērītajiem mainīgajiem

<i>Mainīgie lielumi</i>	<i>Meitenes</i>			<i>Zēni</i>			
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>N</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>N</i>	<i>t</i>
Vecums	17,26	0,95	158	17,30	1,02	90	-0,32
<i>Kognitīvās spējas</i>							
Verbālā spriešana	12,42	3,97	138	12,42	4,07	83	-0,00
Darba atmiņa	7,34	2,29	146	7,53	2,29	85	-0,60
Kvantitatīvā spriešana	8,20	3,60	147	10,75	3,31	85	-5,37**
Fluīdā neverbālā spriešana	10,41	3,56	149	11,18	3,48	87	-1,63
<i>Komplekso problēmu risināšanas prasmes</i>							
Problēmrisināšanas zināšanu apguve	0,36	0,22	106	0,41	0,23	62	-1,45
Problēmrisināšanas zināšanu pielietošana	0,50	0,19	106	0,50	0,20	62	-0,01
Problēmrisināšanas kopējais rādītājs	0,43	0,18	106	0,46	0,19	62	-0,86
<i>Vadības funkcijas</i>							
Pārslēgšanās precizitāte	57,80	5,97	65	58,38	3,60	29	-0,48
Pārslēgšanās reakcijas laiks	0,73	0,23	63	0,70	0,17	29	0,72
Darba atmiņas atjaunināšanas precizitāte	27,14	2,38	70	27,45	2,08	33	-0,65
Darba atmiņas atjaunināšanas reakcijas laiks	0,77	0,24	66	0,78	0,21	30	-0,21
<i>Pašnovērtējuma rādītāji</i>							
Datorprasmju pašnovērtējums	7,18	1,00	148	7,75	1,23	84	-3,65**
Problēmrisināšanas prasmju pašnovērtējums	7,59	1,13	148	7,48	1,30	85	0,69

* $p<0,05$; ** $p<0,01$

Saistības starp pētījuma mainīgajiem, vecumu, klasi un pašnovērtējuma rādītājiem

Tā kā pētījumā tika ievākti dati arī par skolēnu pašnovērtējumu par savām datorprasmēm, tad tika aplūkots arī, kādas sakarības šie rādītāji veido ar pētījumā lietoto testu mērījumiem, jo vairāki testi bija jāpilda datorversijā. Tāpat tika analizēts, vai pastāv testu mērījumu korelācijas ar vecumu un klašu grupu (skat. 8.tabulu). Rezultāti parāda, ka vecums statistiski nozīmīgi korelē tikai ar EXAMINER Pārslēgšanās reakcijas laika mērījumu.

8.tabula. Spīrmēna korelāciju koeficienti starp testu mainīgajiem, vecumu, klasi un skolēnu datorprasmju pašnovērtējuma rādītājiem

Mainīgie lielumi	Vecums	Klase	Pašnovērtētās datorprasmes
Vecums	-	0,87**	0,00
<i>Komplekso problēmu risināšanas prasmes (MicroFIN)</i>			
Problēmrisināšanas zināšanu apguve	0,06	0,13	0,02
Problēmrisināšanas zināšanu pielietošana	-0,05	0,03	0,13
Problēmrisināšanas kopējais rādītājs	-0,01	0,08	0,08
<i>Vadības funkcijas (EXAMINER)</i>			
Pārslēgšanās precizitāte	0,10	0,13	-0,02
Pārslēgšanās reakcijas laiks	0,25*	0,18	0,07
Darba atmiņas atjaunināšanas precizitāte	-0,04	0,04	0,12
Darba atmiņas atjaunināšanas reakcijas laiks	0,13	0,09	-0,09

* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$

Kā redzams 8.tabulā, skolēnu savu datorprasmju pašnovērtējums statistiski nozīmīgi nekorelē ar problēmrisināšanas testa (MicroFIN) mērījumiem un vadības funkciju (EXAMINER) mērījumiem, un tas apstiprina, ka pārliecība par savām datorprasmēm nav saistīta ar spēju pildīt datorizētos testus, līdzīgi, kā to apstiprina citi pētnieki (Greiff, Kretschmar, Müller, Spinath & Martin, 2014). Testu skalu korelācijas ar skolēna klasi un vecumu tika aprēķinātas, lai pārliecinātos, vai tie nedarbojas kā kovariāti. Rezultāti parāda, ka klase statistiski nozīmīgi nekorelē ar datorizēto testu izpildes rādītājiem, vienīgi vecums korelē ar Pārslēgšanās reakcijas laiku. Klases korelācija ar vecumu ir pašsaprotama.

Problēmrisināšanas prasmju un kognitīvo spēju savstarpējās sakarības

Viens no disertācijas pētījuma pamatjautājumiem skar sakarību izpēti starp komplekso problēmu risināšanas prasmēm un kognitīvajām spējām. Kopumā 148 dalībnieki izpildīja visus kognitīvo spēju testus un problēmrisināšanas prasmju (MicroFIN) testu. Nākamajā 9.tabulā sniegti aprakstošās statistikas rādītāji par pētījuma mainīgajiem šajā izlasē.

9.tabula. Aprakstošās statistikas rādītāji kognitīvo spēju un problēmrisināšanas prasmju testiem
(n=148)

Mainīgie lielumi	M	SD
<i>Kognitīvās spējas</i>		
Verbālā spriešana	12,48	4,13
Darba atmiņa	7,34	2,35
Kvantitatīvā spriešana	9,61	3,52
Fluīdā neverbālā spriešana	10,74	3,79
<i>Komplekso problēmu risināšanas prasmes (MicroFIN)</i>		
Problēmu risināšanas zināšanu apguve	0,38	0,22
Problēmu risināšanas zināšanu pielietošana	0,50	0,19
Problēmrisināšanas prasmju kopējais rādītājs	0,44	0,18

Lai atbildētu uz pētījuma jautājumu par kognitīvo spēju un komplekso problēmu risināšanas prasmju sakarībām, starp mainīgajiem tika aprēķināti Spīrmena korelācijas koeficienti un veikta faktoru analīze (skat. 10.tabulu un 11. tabulu).

Analizējot Spīrmena korelācijas koeficientus, secināms, ka statistiski nozīmīgas korelācijas pastāv starp Problēmrisināšanas prasmju zināšanu apguves skalu un visām mērītajām kognitīvajām spējām – Verbalā spriešana ($r = 0,41$), Darba atmiņa ($r = 0,18$), Kvantitatīvā spriešana ($r = 0,26$) un Fluīdā neverbālā spriešanu ($r = 0,50$).

Arī Problēmrisināšanas prasmju zināšanu pielietošanas rādītājs veido statistiski nozīmīgas korelācijas ar visām mērītajām kognitīvajām spējām – Verbalā spriešana ($r = 0,45$), Darba atmiņa ($r = 0,21$), Kvantitatīvā spriešana ($r = 0,25$) un Fluīdā neverbālā spriešana ($r = 0,51$).

Kā redzams 10.tabulā, arī Problēmrisināšanas prasmju kopējais rādītājs statistiski nozīmīgi korelē ar visām mērītajām kognitīvajām spējām – Verbalā spriešana ($r = 0,48$), Darba atmiņa ($r = 0,21$), Kvantitatīvā spriešana ($r = 0,27$) un Fluīdā neverbālā spriešana ($r = 0,56$). Visaugstākās korelācijas Problēmrisināšanas prasmju skalām ir ar Fluīdo neverbālo spriešanu, tad seko Verbalā

spriešana, tad Kvantitatīva spriešana un relatīvi zemākas korelācijas ir ar Darba atmiņu. Kopumā ciešākās korelācijas uzrāda problēmrisināšanas prasmes un fluīdā neverbālā spriešana.

10.tabula. Spīrmena korelāciju koeficienti starp kognitīvajām spējām un komplekso problēmu risināšanas prasmēm (*MicroFIN*) (n=148)

Mainīgie lielumi	Kognitīvo spēju testi				Statistiskais “g” faktors
	Verbālā spriešana	Darba atmiņa	Kvantitatīvā spriešana	Fluīdā neverbālā spriešana	
Komplekso problēmu risināšanas prasmēm (MicroFIN)					
Problēmrisināšanas zināšanu apguve	0,41**	0,18*	0,26**	0,50**	0,48**
Problēmrisināšanas zināšanu pielietošana	0,45**	0,21**	0,25**	0,51**	0,48**
Problēmrisināšanas kopējais rādītājs	0,48**	0,21**	0,27**	0,56**	0,53**

* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$

Faktoru analīze

Pirmkārt, tika veikta izpētošā faktoru analīze, izmantojot galveno asu faktorizācijas metodi ar varimaksa rotāciju, nedefinējot, cik faktorus ir jāizgūst, ierobežojums – faktora īpašvērtība > 1 . Jau iepriekš 10.tabulā bija redzams, ka nozīmīgas korelācijas pastāv starp visām mērītajām kognitīvajām spējām un *MicroFIN* komplekso problēmu risināšanas prasmēm. Rezultātā visi spriešanas spējas mērošie mainīgie – fluīdā neverbālā spriešana, verbalā spriešana, kvantitatīvā spriešana, kā arī abi atsevišķie komplekso problēmu risināšanas mainīgie – Zināšanu apguve un Zināšanu pielietošana, izveidoja *vienu kopīgu faktoru*, kas izskaidro kopā 38,23% no kopējās variācijas (skat. 11.tabulu), ar determinācijas koeficientu 0,183, savukārt, darba atmiņa iekļāvās šajā faktora modelī ar faktorvērtību zemāku par $< 0,40$. Modelis apstiprinās kā statistiski nozīmīgs, aprēķinot tā maksimālās atbilstības rādītāju (*maximum likelihood goodness-of-fit*) ($\chi^2 = 40,55$; $df = 9$; $p = 0,000$).

Veidojot divfaktoru modeli, kas izskaidroja jau 49,73% no sākotnējo mainīgo variācijas, pirmajā faktorā ar augstiem svāriem iekļuva abas problēmrisināšanas prasmes (0,76 un 0,73), kā arī Fluīdā neverbālā spriešana un Verbalā spriešana (0,48 un 0,40). Otro faktoru arī veido Fluīdā

neverbālā spriešana un Verbalā spriešana, bet ar augstākiem svāriem (0,59 un 0,53) nekā pirmajā faktorā, visaugstākie svāri ir Kvantitatīvai spriešanai (0,84). Darba atmiņai ir zemi faktorsvāri abos faktoros. Nav iespējams iegūt nekorelējošu divu faktoru modeli, jo verbalā spriešana un fluīdā neverbālā spriešana pieder abiem faktoriem, lielāko pienesumu dodot gan otrajam faktoram, ko varētu dēvēt par fluīdās neverbālās spriešanas jeb fluīdā intelekta faktoru, jo visi trīs mainīgie ir pazīstami kā fluīdā intelekta dažādi aspekti. Otrais modelis ar varimaksa rotāciju un diviem faktoriem neapstiprinās kā statistiski nozīmīgs, aprēķinot modeļa maksimālās atbilstības rādītāju (maximum likelihood goodness-of-fit) rādītāju ($\chi^2=8,90$; $df=4$; $p=0,064$), līdz ar to var secināt, ka labāk šos mainīgos reprezentē modelis ar vienu kopēju latentu mainīgo, tādējādi norādot uz plaša spektra fluīdā intelekta nozīmīgu saistību ar komplekso problēmu risināšanas prasmēm un mazāku darba atmiņas ieguldījumu problēmu risināšanas prasmēs.

11.tabula. Kognitīvo spēju un komplekso problēmu risināšanas prasmju mainīgo faktoru analīzes rezultāti (n=148)

<i>Mainīgie lielumi</i>		<i>Faktoru svāri</i>		
		<i>Viena faktora modelis</i>	<i>Divu faktoru modelis⁴</i>	
		<i>1.faktors¹</i>	<i>1.faktors²</i>	<i>2.faktors³</i>
<i>Kognitīvās spējas</i>	Fluīdā neverbālā spriešana	0,78	0,48	0,59
	Verbālā spriešana	0,68	0,40	0,53
	Kvantitatīvā spriešana	0,56	0,10	0,84
	Darba atmiņa	0,23	0,15	0,18
<i>Komplekso problēmu risināšanas prasmes</i>	Problēmrisināšanas zināšanu pielietošana	0,66	0,76	0,21
	Problēmrisināšanas zināšanu apguve	0,65	0,73	0,21

¹Īpašvērtības 2,29; Dispersijas procenti 38,23 %; KMO=0,76; $\chi^2=245,07$ ($df=15$; $p=0,000$).

²Īpašvērtības 1,53; Dispersijas procenti 25,54 %.

³Īpašvērtības 1,45; Dispersijas procenti 24,18 %.

⁴KMO=0,76; $\chi^2=245,07$ ($df=15$; $p=0,000$).

Disertācijā iegūtie rezultāti apstiprina, ka komplekso problēmu risināšanas prasmes un kognitīvās, fluīdā spriešanā balstītās, spējas vieno kopējs latentais mainīgais, kā arī lielāko pienesumu

dod tieši fluīdā neverbālā spriešana, mērīta ar Reivena matricu īso versiju, kas apstiprina KHK teoriju (Carroll, 1993, McGrew & Flanagan, 1998).

Problēmrisināšanas prasmju un vadības funkciju savstarpējās sakarības

Lai atbildētu uz disertācijas pētījumā izvirzīto jautājumu par sakarībām starp komplekso problēmu risināšanas prasmēm un vadības funkcijām, tika analizēti 74 dalībnieku dati. Nākamajā 12.tabulā sniegti problēmrisināšanas prasmju un vadības funkciju mainīgo aprakstošās statistikas rādītāji šajā izlasē un 13.tabulā attiecīgo mainīgo savstarpējas korelācijas.

12.tabula. Komplekso problēmu risināšanas prasmju (MicroFIN) un vadības funkciju testu (EXAMINER) aprakstošās statistikas rādītāji (n=74).

Mainīgie lielumi	M	SD
<i>Komplekso problēmu risināšanas prasmes</i>		
Problēmu risināšanas zināšanu apguve	0,41	0,23
Problēmu risināšanas zināšanu pielietošana	0,51	0,20
Problēmrisināšanas prasmju kopējais rādītājs	0,46	0,19
<i>Vadības funkcijas</i>		
Pārslēgšanās precizitāte	57,77	5,6
Pārslēgšanās reakcijas laiks	0,70	0,18
Darba atmiņas atjaunināšanas precizitāte	27,59	2,16
Darba atmiņas atjaunināšanas reakcijas laiks	0,75	0,19

Kā redzams tālāk 13.tabulā, pārsvarā nepastāv statistiski nozīmīgas korelācijas starp komplekso problēmu risināšanas skalām un vadības funkcijām. Problēmrisināšanas prasmju zināšanu apguve nekorelē ne ar vienu no vadības funkciju mērījumiem. Problēmrisināšanas zināšanu pielietošana statistiski nozīmīgi un pozitīvi korelē ar divām vadības funkcijām – Pārslēgšanās precizitāte ($r=0,28$) un Atjaunināšanas precizitāte ($r=0,24$). Komplekso problēmu risināšanas kopējais rādītājs neuzrāda statistiski nozīmīgas korelācijas ar vadības funkciju rādītājiem.

13.tabula. Spīrmena korelāciju koeficienti starp komplekso problēmu risināšanas prasmēm un vadības funkcijām (n=74)

Mainīgie lielumi	Problēmrisināšanas prasmju skalas		
	Problēmrisināšanas zināšanu apguve	Problēmrisināšanas zināšanu pielietošana	Problēmrisināšanas kopējais rādītājs
<i>Vadības funkcijas</i>			
Pārslēgšanās precizitāte	0,09	0,28*	0,18
Pārslēgšanās reakcijas laiks	-0,12	-0,18	-0,18
Darba atmiņas atjaunināšanas precizitāte	0,14	0,24*	0,20
Darba atmiņas atjaunināšanas reakcijas laiks	-0,08	-0,10	-0,10

*p<0,05; **<0,01.

Faktoru analīze

Pirmkārt, tika analizēts, vai komplekso problēmrisināšanas prasmju un vadības funkciju pamatā ir kāds kopīgs latents mainīgais. Tika izmantota galveno asu faktorizācijas metode. Modelī tika iekļauti abi problēmrisināšanas aspekti un divas vadības funkcijas – pārslēgšanās un darba atmiņas atjaunināšana. Rezultātā tika iegūts galvenais faktors, kas izskaidro 37,96% no sākotnējo mainīgo kopējās variācijas (skat. 14.tabulu). Vadības funkcijas šajā faktorā iekļaujas vāji (faktorvērtības ap 0,30) un modelis nav statistiski nozīmīgs, aprēķinot maksimālās atbilstības rādītāju (maximum likelihood goodness-of-fit) ($\chi^2=3,03$; $df=2$; $p=0,22$). Tātad, tas apstiprina, ka vadības funkcijas un problēmrisināšanas prasmes drīzāk nevieno kāds kopīgs latentais mainīgais.

Pārbaudot divfaktoru modeli, izmantojot galveno asu faktorizācijas metodi ar varimaksa rotāciju, divi faktori izskaidroja kopā 45,73% no kopējās mainīgo variācijas (skat. 14.tabulu). Pirmajā faktorā pietiekami augstas faktorvērtības jeb svāri ir tikai abiem problēmrisināšanas aspektiem, savukārt, otro faktoru ar pietiekami augstām faktorvērtībām veido pārslēgšanās un darba atmiņas atjaunināšana, kā arī problēmrisināšanas zināšanu pielietošana ar 0,41. Tas ir loģiski, jo zināšanu pielietošana prasa vadības funkciju izmantošanu. Šis modelis ir statistiski nozīmīgs (skat. 14.tabulu). Tas apliecina relatīvu vadības funkciju un problēmrisināšanas prasmju neatkarību.

14.tabula. Komplekso problēmu risināšanas prasmju un vadības funkciju mainīgo faktoru analīzes rezultāti (n=74)

Mainīgie lielumi	Faktoru svori		
	Viena faktora modelis ¹	Divu faktoru modelis ⁴	
	1.faktors	1.faktors ²	2.faktors ³
<i>Problēmrisināšanas prasmes</i>			
Problēmrisināšanas zināšanu apguve	0,57	0,76	0,09
Problēmrisināšanas zināšanu pielietošana	0,99	0,75	0,41
<i>Vadības funkcijas</i>			
Darba atmiņas atjaunināšana	0,31	0,11	0,52
Pārslēgšanās	0,32	0,12	0,48

¹Īpašvērtības 1,89; Dispersijas procenti 37,96 %; KMO=0,57; $\chi^2=47,38$ (df=6; p=0,000).

²Īpašvērtības 1,89; Dispersijas procenti 36,49 %.

³Īpašvērtības 1,00; Dispersijas procenti 9,24 %.

⁴KMO=0,57; $\chi^2=47,38$ (df=6; p=0,000).

Kognitīvo spēju un vadības funkciju savstarpējās sakarības

Lai atbildētu uz disertācijas pētījumā izvirzīto jautājumu par sakarībām starp kognitīvajām spējām un vadības funkcijām, tika analizēti 83 pētījuma dalībnieku dati. 15.tabulā sniegti aprakstošās statistikas rādītāji par pētījuma mainīgajiem šajā izlasē.

Lai noskaidrotu, kādas ir sakarības starp pētījumā mērītajām kognitīvajām spējām un vadības funkcijām, tika aprēķināti Spīrmena korelācijas koeficienti (skat. 16.tabulu).

15.tabula. Kognitīvo spēju un vadības funkciju testu aprakstošās statistikas rādītāji (n=83)

Mainīgie lielumi	M	SD
<i>Kognitīvās spējas</i>		
Verbālā spriešana	13,11	3,78
Darba atmiņa	7,13	2,35
Kvantitatīvā spriešana	9,60	3,31
Fluīdā neverbālā spriešana	10,64	3,87
<i>Vadības funkcijas</i>		
Pārslēgšanās precizitāte	57,80	5,56
Pārslēgšanās reakcijas laiks	0,71	0,22
Darba atmiņas atjaunināšanas precizitāte	27,28	2,21
Darba atmiņas atjaunināšanas reakcijas laiks	0,77	0,25

16.tabula. Spīrmena korelāciju koeficienti starp kognitīvajām spējām un vadības funkcijām (n=83)

Vadības funkciju mainīgie	Kognitīvo spēju testi			
	Verbālā spriešana	Darba atmiņa	Kvantitatīvā spriešana	Fluīdā neverbālā spriešana
Pārslēgšanās precizitāte	0,16	0,14	0,13	0,28**
Pārslēgšanās reakcijas laiks	-0,33**	-0,28*	-0,28*	-0,33**
Darba atmiņas atjaunināšanas precizitāte	0,33**	0,26*	0,32**	0,26**
Darba atmiņas atjaunināšanas reakcijas laiks	-0,24*	-0,20	-0,19	-0,21*

*p<0,05; **p<0,01

Pārslēgšanās precizitāte nozīmīgi korelē ar Fluīdo neverbālo spriešanu ($r = 0,28$). Savukārt, ar verbālo spriešanu, kas daļēji mēra gan fluīdo, gan kristalizēto intelektu, un ar kvantitatīvo spriešanu statistiski nozīmīgas korelācijas nav atklātas. Pārslēgšanās reakcijas laiks statistiski nozīmīgi negatīvi korelē ar visām mērītām kognitīvajām spējām ($r = -0,28$ līdz $r = -0,33$). Darba atmiņas atjaunināšanas precizitāte statistiski nozīmīgi korelē ar visiem kognitīvo spēju rādītājiem:

Verbālo spriešanu ($r=0,33$), Kvantitatīvo spriešanu ($r=0,32$), Fluīdo neverbālo spriešanu ($r=0,26$) un Darba atmiņu ($r=0,26$). Korelācija starp darba atmiņas atjaunināšanas precizitāti (kā vadības funkciju) un darba atmiņu (kā kognitīvo spēju) nav gan cieša, kā tas būtu sagaidāms, balstoties uz teoriju. Darba atmiņas atjaunināšanas reakcijas laiks veido statistiski nozīmīgu negatīvu korelāciju ar Verbālo spriešanu ($r = -0,24$) un Fluīdo neverbālo spriešanu ($r = -0,21$).

Faktoru analīze

Lai noskaidrotu, vai kognitīvo spēju un vadības funkciju pamatā ir kāds vienots latentais mainīgais, pirmkārt, tika pārbaudīts vienfaktora modelis, izmantojot galveno asu faktorizācijas metodi, tad pārbaudīts divfaktoru modelis ar varimaksa rotāciju, definējot, ka izgūstamo faktoru īpašvērtībai jābūt >1 (skat. 17. tabulu).

17.tabula. Kognitīvo spēju un vadības funkciju mainīgo faktoru analīzes rezultāti (n=83)

Mainīgie lielumi	Faktoru svāri		
	Viena faktora modelis	Divu faktoru modelis ⁴	
	1.faktors ¹	1.faktors ²	2.faktors ³
<i>Kognitīvās spējas</i>			
Verbālā spriešana	0,70	0,66	0,20
Fluīdā neverbālā spriešana	0,68	0,82	0,00
Kvantitatīvā spriešana	0,73	0,63	0,32
Darba atmiņa	0,37	0,12	0,79
<i>Vadības funkcijas</i>			
Darba atmiņas atjaunināšana	0,47	0,37	0,32
Pārslēgšanās	0,38	0,33	0,17

¹Īpašvērtības 2,59; Dispersijas procenti 33,18 %; KMO=0,74; $\chi^2=99,35$ (df= 15; p=0,000)

²Īpašvērtības 2,59; Dispersijas procenti 34,54 %;

³Īpašvērtības 0,98; Dispersijas procenti 9,76 %;

⁴KMO=0,74; $\chi^2=99,35$ (df= 15; p=0,000)

Faktoru analīzes rezultātā veidojās viens galvenais faktors, kas izskaidro 33,18% no kopējās sākotnējo mainīgo variācijas, ar determinācijas koeficientu 0,285. Šajā faktorā iekļaujas visas kognitīvās spējas un vadības funkcijas – pārslēgšanās un darba atmiņas atjaunināšana, un lielāko pienesumu sniedz kvantitatīvā spriešana, bet mazāku pārslēgšanās un darba atmiņa (0,38 un 0,37).

Tomēr kā statistiski nozīmīgs šāds viena faktora modelis neapstiprinās, aprēķinot maksimālās atbilstības rādītāju (*maximum likelihood goodness-of-fit*) ($\chi^2=11,81$; $df=9$; $p=0,22$).

Lai pārbaudītu, vai mainīgie veido divu faktoru modeli, tika izmantota galveno asu faktorizācijas metode ar varimaksa rotāciju, definējot, ka jāveidojas diviem faktoriem ar īpašvērtībām virs 1. Rezultātā šis modelis kopā izskaidroja 44,30% no sākotnējo mainīgo variācijas. Kā redzams 17.tabulā, pirmajā faktorā iekļaujas kognitīvās spējas – verbālā spriešana, fluīdā neverbālā spriešana un kvantitatīvā spriešana, kuru faktorvērtības pārsniedz 0,40. Otro faktoru var dēvēt par darba atmiņas faktoru, jo darba atmiņai vienīgai bija augsta faktorvērtība 0,79, bet pārējiem mainīgajiem tās ir zem 0,32. Divu faktoru modelis nav statistiski nozīmīgs, aprēķinot maksimālās atbilstības rādītāju (*maximum likelihood goodness-of-fit*) ($\chi^2=2,72$; $df=4$; $p=0,61$). Kopumā secināms, ka ne vienfaktora modelis, ne divfaktoru modelis nav statistiski nozīmīgi, ko, iespējams, ir ietekmējis nelielais pētījuma dalībnieku skaits, tomēr var secināt, ka vienfaktora modelis apvieno gan kognitīvās spējas, gan vadības funkcijas.

Problēmu risināšanas prasmes prognozējošie mainīgie

Lai atbildētu uz būtiskiem pētījuma jautājumiem un noskaidrotu, kuri mainīgie vislabāk paredz komplekso problēmu risināšanas prasmes, tika lietota soļu regresiju analīzes metode, rēķinot to katram problēmrisināšanas aspektam atsevišķi, kā arī problēmrisināšanas kopējam rādītājam, kontrolējot vecumu un dzimumu. Modelī izmantoto mainīgo aprakstošās statistikas rādītāji norādīti 18. tabulā.

Pirmkārt, analizējot korelācijas starp problēmrisināšanas prasmju zināšanu apguves aspektu, tika secināts, ka tas statistiski nozīmīgi korelē ar visām pētījumā mērītajām kognitīvajām spējām, bet ar vadības funkcijām šādas korelācijas neveidojas, līdz ar to regresiju analīzes modelī tika iekļautas kognitīvās spējas kā neatkarīgie mainīgie un problēmrisināšanas zināšanu apguves aspekts kā atkarīgais mainīgais (skat. 19.tabulu).

Vispirms veikta regresiju analīze, kā neatkarīgos mainīgos ievadot katru kognitīvo spēju mērījumu atsevišķi, bet pēc tam veikta alternatīva regresiju analīze, lai noskaidrotu, cik lielā mērā kopējais latentais kognitīvo spēju mainīgais jeb „g” faktors paredz kompleksās problēmrisināšanas prasmes (skat. 20.tabulu). Savukārt, lai kontrolētu vecuma un dzimuma ietekmi, abi mainīgie tika ievadīti analīzes pirmajā solī. Veiktās analīzes secīgi atspoguļotas tālāk.

18.tabula. Aprakstošās statistikas rādītāji regresijas modelī iekļautajai izlasei (n=148).

Mainīgie lielumi	M	SD
<i>Kognitīvās spējas</i>		
Verbālā spriešana	12,48	4,13
Darba atmiņa	7,34	2,35
Kvantitatīvā spriešana	9,61	3,52
Fluīdā neverbālā spriešana	10,74	3,79
<i>Komplekso problēmu risināšanas prasmes (MicroFIN)</i>		
Problēmu risināšanas zināšanu apguve	0,38	0,22
Problēmrisināšanas prasmju kopējais rādītājs	0,44	0,18

19.tabula. Problēmu risināšanas zināšanu apguves aspekta soļu regresijas analīzes (n=148) rezultāti ar neatkarīgajiem mainīgajiem – verbālā spriešana, fluīdā neverbālā spriešana, kvantitatīvā spriešana, darba atmiņa, dzimums un vecums

	β	F	R ²	ΔR^2
Problēmrisināšanas zināšanu apguve				
1.solis		2,43	0,02	0,03
Vecums	0,07			
Dzimums	0,17*			
2.solis		41,26**	0,23	0,22
Vecums	0,06			
Dzimums	0,11			
Fluīdā neverbālā spriešana	0,47**			
3.solis		5,34*	0,26	0,03
Vecums	0,08			
Dzimums	0,11			
Fluīdā neverbālā spriešana	0,36**			
Verbalā spriešana	0,20*			

*p<0,05; **p<0,01

Rezultāti rāda, ka, kontrolējot vecumu un dzimumu, problēmu risināšanas zināšanu apguvi statistiski nozīmīgi paredz fluīdā neverbālā spriešana (skat.19.tabulu), kas kopā izskaidro 23% no atkarīgā mainīgā variācijas ($R^2 = 0,23$; $\Delta R^2 = 0,22$; $F = 41,26$; $p < 0,01$), kā arī verbālā spriešana, kas izskaidro papildus 3%, kopā ar fluīdo neverbālo spriešanu izskaidrojot 26% ($R^2 = 0,26$; $\Delta R^2 = 0,03$; $F = 5,34$; $p < 0,05$). Tas nozīmē, ka jo augstāki rādītāji fluīdās neverbālās un verbālās spriešanas rādītājos, jo lielāka iespēja sagaidīt augstus problēmrisināšanas zināšanu apguves rādītājus.

Tālāk 20.tabulā redzami statistiskā “g” faktora prognostiskie rādītāji attiecībā uz Problēmu risināšanas zināšanu apguves daļu, un redzams, ka kopējais “g” faktors izskaidro 23% no mainīgā variācijas, tātad ne vairāk, kā fluīda neverbālā spriešana atsevišķi.

20.tabula. Problēmu risināšanas zināšanu apguves aspekta soļu regresijas analīzes (n=148) rezultāti ar neatkarīgajiem mainīgajiem – „g” faktors, dzimums un vecums

	β	F	R^2	ΔR^2
Problēmrisināšanas zināšanu apguve				
<i>1.solis</i>		2,43	0,02	0,03
Dzimums	0,07*			
Vecums	0,17			
<i>2.solis</i>		41,64**	0,23	0,22
Dzimums	0,05			
Vecums	0,09			
“G” faktors	0,47**			

* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$

Otrkārt, analizējot korelācijas starp problēmrisināšanas prasmju zināšanu pielietošanas aspektu, tika secināts, ka tas statistiski nozīmīgi korelē ar visām pētījumā mērītajām kognitīvajām spējām, kā arī ar vadības funkcijām – pārslēgšanās precizitāti un darba atmiņas atjaunināšanas precizitāti. Lai gan statistiski nozīmīgu korelāciju veido arī kavēšanas reakcijas laiks, tomēr, kā minēts iepriekš, tālākā analīzē šis mērījums netiek iekļauts vājo psihometrisko rādītāju dēļ. Līdz ar to regresiju analīzes modelī minētie mainīgie tika iekļauti kā neatkarīgie mainīgie un problēmrisināšanas zināšanu pielietošanas aspekts kā atkarīgais mainīgais, kuru aprakstošās statistikas rādītāji redzami tālāk 21.tabulā un regresiju analīzes rezultāti prezentēti 22.tabulā.

21.tabula. Aprakstošās statistikas rādītāji regresijas modelī iekļautajai izlasei (n=64).

Mainīgie lielumi	<i>M</i>	<i>SD</i>
<i>Kognitīvās spējas</i>		
Verbālā spriešana	13,52	3,85
Darba atmiņa	7,34	2,41
Kvantitatīvā spriešana	9,98	3,30
Fluīdā neverbālā spriešana	10,81	4,06
<i>Vadības funkcijas</i>		
Pārslēgšanās	57,56	5,93
Darba atmiņas atjaunināšana	27,53	2,18
<i>Komplekso problēmu risināšanas prasmes</i>		
Problēmu risināšanas zināšanu pielietošana	0,51	0,19

22.tabula. Problēmu risināšanas zināšanu pielietošanas aspekta soļu regresijas analīzes (n=64) rezultāti ar neatkarīgajiem mainīgajiem: verbālā, fluīdā neverbālā un kvantitatīvā spriešana, darba atmiņa, pārslēgšanās precizitāte, darba atmiņas atjaunināšanas precizitāte, dzimums un vecums

	β	<i>F</i>	R^2	ΔR^2
Problēmrisināšanas zināšanu pielietošana				
1.solis		0,17	-0,03	0,01
Vecums	-0,06			
Dzimums	-0,06			
2.solis		16,43**	0,18	0,21
Vecums	-0,10			
Dzimums	-0,10			
Fluīdā neverbālā spriešana	0,47**			
3.solis		5,91*	0,24	0,07
Vecums	-0,08			
Dzimums	-0,11			
Fluīdā neverbālā spriešana	0,38**			
Darba atmiņas atjaunināšanas precizitāte	0,28*			
4.solis		4,84*	0,29	0,06
Vecums	-0,03			
Dzimums	-0,12			
Fluīdā neverbālā spriešana	0,24			
Darba atmiņas atjaunināšanas precizitāte	0,27*			
Verbālā spriešana	0,28*			

*p<0,05; **<0,01

Kā redzams 22.tabulā, problēmu risināšanas zināšanu pielietošanas aspektu, kontrolējot dzimumu un vecumu (abi tika ievadīti regresijas modeļa pirmajā solī), otrajā solī statistiski nozīmīgi prognozē fluīdā neverbālā spriešana, kas izskaidro 18% no atkarīgā mainīgā variācijas ($R^2 = 0,18$; $\Delta R^2 = 0,21$; $F = 16,43$; $p < 0,01$). Trešajā solī fluīdā neverbālā spriešana kopā ar darba atmiņas atjaunināšanu izskaidro kopā 24% no atkarīgā mainīgā variācijas ($R^2 = 0,24$; $\Delta R^2 = 0,07$; $F = 5,91$; $p < 0,05$). Ceturtajā solī fluīdā neverbālā spriešana kopā ar darba atmiņas atjaunināšanu un verbālo spriešanu kopā izskaidro 29% no problēmrisināšanas zināšanu pielietošanas rādītāja vērtību variācijas ($R^2 = 0,29$; $\Delta R^2 = 0,06$; $F = 4,84$; $p < 0,05$). Tas nozīmē, ka jo augstāki rādītāji fluīdā neverbālā spriešanā, darba atmiņas atjaunināšanas un verbālās spriešanas uzdevumos, jo lielāka iespēja sagaidīt augstus rādītājus problēmrisināšanas zināšanu pielietošanas rezultātos.

Atsevišķi tika arī analizēts, cik lielā mērā aprēķinātais „g” faktors atsevišķi spēj paredzēt Problēmrisināšanas zināšanu pielietošanas rādītāju (skat. 23.tabulu). Kā redzams, kontrolējot dzimumu un vecumu, „g” faktors izskaidro 24% no problēmrisināšanas prasmju zināšanu pielietošanas rādītāja.

23.tabula. Problēmu risināšanas zināšanu pielietošanas skalas soļu regresijas analīzes (n=148) rezultāti ar neatkarīgajiem mainīgajiem – „g” faktors, dzimums un vecums

	β	F	R^2	ΔR^2
Problēmrisināšanas zināšanu pielietošana				
<i>1.solis</i>		0,08	-0,01	0,00
Dzimums	0,02			
Vecums	-0,03			
<i>2.solis</i>		48,13**	0,24	0,25
Dzimums	-0,06			
Vecums	-0,05			
“G” faktors	0,51*			

* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$

Treškārt, lai noskaidrotu, kādi mainīgie vislabāk prognozē komplekso problēmu risināšanas prasmju kopējo rādītāju, tika analizētas mainīgo korelācijas ar šo rādītāju un secināts, ka tas statistiski nozīmīgi korelē ar visām pētījumā mērītajām kognitīvajām spējām, bet neveido nozīmīgas korelācijas ar vadības funkcijām. Līdz ar to regresiju analīzes modelī kognitīvo spēju rādītāji tika iekļauti kā

neatkarīgie mainīgie un problēmrisināšanas kopējais rādītājs kā atkarīgais mainīgais (skat. 24.tabulu). Regresijas modeļa aprēķināšanai tika izmantoti dati no tādas pašas izlases, kā veidojot regresiju modeli par problēmrisināšanas zināšanu apguves rādītāju un šīs izlases aprakstošās statistikas rādītāji aplūkoti 18.tabulā.

24.tabula. Komplekso problēmu risināšanas prasmju kopējā rādītāja soļu regresijas analīzes (n=148) rezultāti ar neatkarīgajiem mainīgajiem – verbālā spriešana, fluīdā neverbālā spriešana, kvantitatīvā spriešana, darba atmiņa, dzimums un vecums

	β	F	R^2	ΔR^2
Problēmrisināšanas kopējais rādītājs				
1.solis		0,94	-0,00	0,01
Vecums	0,03			
Dzimums	0,11			
2.solis		56,38**	0,28	0,28
Vecums	0,01			
Dzimums	0,04			
Fluīdā neverbālā spriešana	0,53**			
3.solis		8,09**	0,31	0,04
Vecums	0,03			
Dzimums	0,05			
Fluīdā neverbālā spriešana	0,40**			
Verbalā spriešana	0,23**			
4.solis		5,32*	0,33	0,02
Vecums	0,04			
Dzimums	0,05			
Fluīdā neverbālā spriešana	0,40**			
Verbalā spriešana	0,22**			
Darba atmiņa	0,16*			

*p<0,05; **<0,01

Kā redzams 24.tabulā, komplekso problēmu risināšanas prasmju kopējo rādītāju otrajā solī, kontrolējot vecumu un dzimumu, statistiski nozīmīgi prognozē fluīdā neverbālā spriešana, kas kopā

izskaidro 28% no atkarīgā mainīgā variācijas ($R^2 = 0,28$; $\Delta R^2 = 0,28$; $F = 56,38$; $p < 0,01$). Trešajā solī, klāt fluīdai neverbālai spriešanai pievienojas verbālā spriešana, kopā izskaidrojot 31% no variācijas ($R^2 = 0,31$; $\Delta R^2 = 0,04$; $F = 8,09$; $p < 0,01$). Ceturtajā solī fluīdā neverbālā spriešana kopā ar verbālo spriešanu un darba atmiņu kopā izskaidro 33% no problēmrisināšanas kopējā rādītājā variācijas ($R^2 = 0,33$; $\Delta R^2 = 0,02$; $F = 5,32$; $p < 0,05$). Tas nozīmē, ka, jo augstāki fluīdās neverbālās spriešanas, verbālās spriešanas un darba atmiņas rādītāji, jo lielāka iespēja sagaidīt augstākus rādītājus problēmrisināšanas prasmju kopējā rādītājā. Kopumā jāsecina, ka, vērtējot atsevišķu kognitīvo spēju pienesumu, vislielāko ieguldījumu problēmu risināšanas rādītājam sniedz fluīdā neverbālā spriešana, līdz ar to tiek apstiprināta pētījumā izvirzītā hipotēze.

Lai pārbaudītu, cik lielā mērā kopējo problēmrisināšanas rādītāju izskaidro kopējais „g” faktors, tika veikta soļu regresijas analīze, pirmajā solī ievadot vecumu un dzimumu, un otrajā solī ievadot „g” faktora rādītāju (skat. 25.tabulu). Rezultāti rāda, ka kopumā „g” faktors statistiski nozīmīgi paredz problēmrisināšanas kopējo rādītāju un izskaidro 29% no tā variācijas, kontrolējot vecumu un dzimumu.

25.tabula. Komplekso problēmu risināšanas prasmju kopējā rādītāja soļu regresijas analīzes (n=148) rezultāti ar neatkarīgajiem mainīgajiem – „g” faktors, dzimums un vecums

	β	F	R^2	ΔR^2
Problēmrisināšanas kopējais rādītājs				
<i>1.solis</i>		0,94	-0,00	0,01
Vecums	0,03			
Dzimums	0,11			
<i>2.solis</i>		60,13**	0,29	0,29
Vecums	0,01			
Dzimums	0,02			
“G” faktors	0,55**			

* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$

Veiktā regresiju analīze attiecībā uz abiem problēmu risināšanas aspektiem un kopējo problēmu risināšanas rādītāju parāda, ka regresijas modeļi ir nozīmīgāki, ar augstāku izskaidrojošu variāciju, ja tajos izmanto katru kognitīvo spēju atsevišķi, nevis statistiski iegūto "g" faktoru.

4. Iztirzājums

4.1. Pētījumā adaptēto un izveidoto testu ticamība un validitāte

Problēmrisināšanas prasmju datorizētais tests *MicroFIN* parādījis augstus ticamības un atsevišķus validitātes veidu rādītājus gan oriģinālajos pētījumos (Neubert et al., 2015), gan šajā disertācijas pētījumā pēc šo instrumentu adaptācijas latviešu valodā. Abām skalām – Problēmrisināšanas zināšanu apguvei un Problēmrisināšanas zināšanu pielietošanai – ir augsta iekšējā saskaņotība, nozīmīga un pozitīva savstarpējā skalu korelācija un cieša korelācija ar kopīgo problēmrisināšanas rādītāju, līdzīgi kā oriģinālajā testā (Neubert et al., 2014). Nozīmīga *MicroFIN* testa skalu korelācija ar kognitīvo spēju testiem, kas mēra dažādus ar spriešanu saistītos aspektus un darba atmiņu, apliecina *MicroFIN* kriteriālo validitāti (Kretschmar et al., 2016). *MicroFIN* konverģento validitāti daļēji apstiprina arī problēmrisināšanas zināšanu apguves nozīmīga korelācija ar skolēnu problēmrisināšanas prasmju pašnovērtējumu desmit punktu skalā.

Datorprasmju pašnovērtējuma rādītājs neuzrādīja korelācijas ar datorizētā *MicroFIN* problēmrisināšanas testa rādītājiem. Tātad, var pieņemt, ka datorprasmju līmenis nav bijis noteicošs faktors *MicroFIN* testa izpildē, līdzīgi, kā to apstiprina citos pētījumos (Greiff, Kretschmar, Muller, Spinath & Martin, 2014).

Visi kognitīvo spēju testi uzrāda atbilstošus pantu psihometriskos kritērijus, lai tos varētu lietot pētījumos. Testu sadalīto formu ticamība ir pietiekoši augsta, kā arī savstarpējās korelācijas, kas apstiprina to kriteriālo validitāti, ir statistiski nozīmīgas un pietiekami ciešas. Jāpiebilst, ka salīdzinoši vājākas korelācijas ar pārējiem kognitīviem testiem uzrāda darba atmiņas tests, kuram ir arī relatīvi zemāki, kaut gan pietiekami ticamības rādītāji (Spīrmena-Brauna sadalīto formu koeficients ir 0,75). Darba atmiņas tests „Apgrieztās skaitļu virknes” šīs disertācijas ietvaros tika konstruēts vadīšanai grupā, līdz ar to tas atšķiras no klasiskiem darba atmiņas uzdevumiem, kur apgrieztās skaitļu virknes ir mutiski jānosauca skaļi. Šis tests ietver ne tikai skaitļu paturēšanu prātā un apgriešanu pretējā secībā, tos reproducējot, bet arī motoro darbību – rakstīšanu. Lai gan modernās kognitīvo testu kopas paredz dažādus no klasiskajiem atšķirīgus risinājumus darba atmiņas testēšanai, piemēram, ciparu sarindošanu pareizā secībā uz skārienjūtīga ekrāna (Akshoomoff, 2014), tomēr jāņem vērā, vai šīs darbības testu nesarežģī un vai tādējādi netiek iejaukti vēl kādi sajauktie mainīgie. Salīdzinājumam, disertācijā iekļautais datorizētais darba atmiņas atjaunināšanas uzdevums, ko katrs dalībnieks pilda individuāli pie datora, parāda ciešākas korelācijas ar citiem kognitīvo spēju testiem, nekā darba atmiņas tests.

Rezultāti rāda, ka problēmrisināšanas prasmju pašnovērtējuma rādītājs statistiski nozīmīgi korelē ar kognitīvajām spējām - verbālo spriešanu, darba atmiņu, kvantitatīvo spriešanu un neverbālo spriešanu. Tātad savas problēmrisināšanas prasmes augstāk vērtē skolēni, kas parāda augstākus

rādītājus kognitīvo spēju testos, un tas arī daļēji apstiprina kognitīvo spēju testu kriteriālo validitāti. Kopumā jāsecina, ka visi kognitīvo spēju testi ir ticami un valīdi (no dažu pētījumā pārbaudīto validitātes veidu viedokļa), tomēr konkrētas nianšes attiecībā uz darba atmiņas testu ir jāņem vērā, interpretējot rezultātus saistībā ar šo mērījumu.

Vadības funkcijas tika mērītas ar vairākiem testiem no kopas EXAMINER, kas adaptēta latviešu valodā (Ivanova, Plauča, Sebre & Raščevska, 2016). Kopumā testi parādīja pieņemamus ticamības un validitātes rādītājus. Tomēr, no šajā disertācijā aprēķinātajiem psihometriskos rādītājiem, secināms, ka vadības funkciju kavēšanas aspekta mērījums jāinterpretē piesardzīgi, jo šis tests parāda nepietiekami labus pantu psihometriskos rādītājus – tas pētījuma izlasei ir bijis salīdzinoši viegls, kā arī uzrāda zemu iekšējo saskaņotību. Var secināt, ka šis tests nav bijis atbilstošs konkrētai mērķauditorijai. Līdz ar to, kavēšanas precizitātes un reakcijas laika mērījumi netika tālāk iekļauti, veicot faktoru analīzi un regresiju analīzi.

Pētījuma izlasē vecumam nav statistiski nozīmīgu korelāciju ar nevienu no mērītajiem mainīgajiem. Dzimumatšķirības parādās tikai kvantitatīvās spriešanas rādītājam un datorprasmju pašnovērtējumam, kur abos gadījumos vīrieši ieguvuši augstākus rādītājus. Šie rezultāti ņemti vērā, tālāk veicot regresiju analīzes.

4.2. Komplekso problēmrisināšanas prasmju un kognitīvo spēju savstarpējās sakarības

Jaunākie metaanalītiskie dati parāda, ka komplekso problēmu risināšana ir nozīmīgi saistīta ar intelektu (Stadler et al., 2015), sevišķi fluīdo intelektu, un pastāv diskusija, vai problēmrisināšanas prasmes varētu tikt iekļautas K-H-K intelekta modelī otrajā līmenī kā plašākas kognitīvās spējas. Iepriekš pētījumos vairumā gadījumu problēmrisināšanas prasmes analizētas saistībā ar fluīdo neverbālo intelektu, jo pastāv uzskats, ka tieši tas pēc būtības ir visvairāk saistīts ar spēju risināt problēmas. Šīs disertācijas empīriskā pētījuma ietvaros problēmu risināšana tika aplūkota saistībā ar vairākiem fluīdās spriešanas veidiem - neverbālo, verbālo un kvantitatīvo spriešanu, kā arī papildus analizētas saistības ar darba atmiņu. Analizējot problēmrisināšanas prasmju un kognitīvo spēju sakarības šīs disertācijas ietvaros, secināms, ka statistiski nozīmīgas korelācijas pastāv starp visiem problēmrisināšanas aspektiem un visām mērītajām kognitīvajām spējām. Secināms arī, ka ciešākās korelācijas ar problēmrisināšanu veido tieši neverbālā fluīdā spriešana, kā arī verbālā spriešana, savukārt, darba atmiņa un kvantitatīvā spriešana uzrāda statistiski nozīmīgas, bet salīdzinoši vājākas korelācijas. Tāpat statistiski nozīmīgas korelācijas problēmu risināšanas prasmei veidojas ar kopējo “g” faktoru. Tātad, pēc būtības rezultāti vēlreiz apstiprina ciešo saikni starp problēmu risināšanu un fluīdo spriešanu.

Iepriekš veikti pētījumi apstiprina, ka abi problēmrisināšanas aspekti statistiski nozīmīgi korelē ar intelektu kopumā, gan zināšanu apguvi, gan zināšanu pielietošana ($r = 0,34$ un $0,28$, Neubert et al., 2014), kas parāda līdzīgas tendences kā šajā disertācijā iegūtie rādītāji. Arī citur pierādīts, ka problēmrisināšanas prasmes statistiski nozīmīgi saistās ar fluīdā intelekta rādītājiem, kas mērīti ar Reivena matricām – korelācijas variē no $r=0,25$ līdz $r=0,33$ (dažādos pētījuma posmos) (Danner, Hagemann, Schankin, Hager & Funke 2011), tātad jauniegūtie rezultāti apstiprina vidēji ciešo problēmrisināšanas un fluīdās neverbālās spriešanas saikni.

Lai gan visbiežāk komplekso problēmu risināšana mērīta līdztekus fluīdam intelektam, pētījumos tomēr tiek iekļautas arī specifiskākas kognitīvās spējas. Piemēram, kāds pētījums parāda, ka vizuāli telpiskās spējas neprognozē problēmrisināšanas prasmes, savukārt darba atmiņa statistiski nozīmīgi prognozē gan problēmu risināšanā iekļauto zināšanu apguvi, gan zināšanu pielietošanu (Bühner, Kröner, & Ziegler, 2008). Vizuāli telpiskās spējas tiek pētītas saistībā ar problēmu risināšanu, jo ierasts, ka datorizētajos komplekso problēmu risināšanas testos vide ir ar pārsvarā vizuāli uztveramiem stimuliem. Šajā disertācijas pētījumā darba atmiņai nav atklāta izteikti nozīmīga loma problēmu risināšanā - analizējot regresiju modeļus, tā parādās kā statistiski nozīmīgs mainīgais tikai attiecībā uz kopējo problēmrisināšanas rādītāju, turklāt izskaidro papildus tikai 2% no variācijas. Tomēr jāņem vērā, ka šajā gadījumā darba atmiņas uzdevums bija atšķirīgs no tradicionālā un paralēli skaitļu virkņu paturēšanai prātā un virknes apgriešanai, dalībniekiem tās bija arī jāuzraksta, tādējādi padarot šo uzdevumu komplicētāku, jo reproducēšana iekļauj arī motorās darbības. Tas varētu skaidrot to, ka darba atmiņa statistiski nozīmīgi prognozē tikai kopējo problēmrisināšanas rādītāju.

Komplekso problēmu risināšana citos pētījumos nozīmīgi korelē ar vispārīgo intelekta spēju, kas balstīta uz analogiskās spriešanas, vizuālās atmiņas un skaitļu virkņu mērījumiem ($r=0,25$ līdz $r=0,30$ dažādos posmos) (Danner, Hagemann, Schankin, Hager & Funke 2011). Līdzīgi pētījumos ar vairākiem kognitīvo spēju veidiem (Kretzschmar et al., 2016) atklātas korelācijas problēmu risināšanai ar šādām kognitīvajām spējām – spriešanu, atmiņu, apstrādes ātrumu un vispārējo informētību. Šajā disertācijā iegūtie rezultāti apstiprina saistību – kompleksā problēmu risināšana statistiski nozīmīgi korelē ar neverbālo, verbālo un kvantitatīvo spriešanu, kā arī darba atmiņu. Atšķirības tomēr parādās regresiju analīzes rezultātos, jo ne visas kognitīvās spējas statistiski nozīmīgi spēj paredzēt komplekso problēmu risināšanas prasmju rādītājus, par ko diskutēts nākamajā sadaļā.

Jau pirms šī pētījuma ar faktoru analīzi pētītas kognitīvās spējas un problēmrisināšanas prasmes, diskutējot, vai šīs abas spējas ir nodalāmas vai tomēr tās vieno kopējs latentais mainīgais. Pētnieki mēģinājuši noskaidrot, vai komplekso problēmu risināšanas prasmes iekļaujas KHK modeļa otrajā līmenī, un līdz ar to, vai var apgalvot, ka arī tām pamatā ir latentais g faktors (Greiff, Wustenberg & Molnar, 2013). Pētnieki secinājuši, ka fluīdais intelekts izskaidro daļu no komplekso

problēmu risināšanas prasmju variācijas, un to saistība var liecināt, ka komplekso problēmu risināšana patiesībā iekļautos kognitīvo spēju modeļos kā otrā līmeņa (plašākas) kognitīvās spējas, kas tikai nesen ir apzinātas un tiek pētītas ar atbilstošiem, interaktīviem testiem, kā arī būtu iekļaujamās Makgrīju veidotajā jaunākajā KHK-2 modelī (McGrew, 2009). Šajā disertācijā iegūtie rezultāti apstiprina, ka komplekso problēmu risināšanas prasmes un kognitīvās – fluīdā spriešanā balstītās – spējas vieno kopējs latentais mainīgais, kā arī lielāko pienesumu dod tieši fluīdā neverbālā spriešana, mērīta ar Reivena matricu īso versiju, kas apstiprina KHK teoriju (Carroll, 1993). Analizējot šīs disertācijas ietvaros veiktās faktoru analīzes rezultātus, secināms, ka problēmrisināšanas prasmes un kognitīvās spējas vieno kopīgs latentais mainīgais, jo izveidotais viena faktora modelis ir statistiski nozīmīgs un tajā iekļaujas visi mainīgie, izņemot darba atmiņa iekļaujas ar vājāku ieguldījumu. Analizējot faktoru modeļus, secināms, ka nevar izdalīt skaidrus divus atsevišķus faktorus - kognitīvās spējas un problēmrisināšanas spējas. Divu faktoru modelī pirmais faktors apvieno gan problēmu risināšanas aspektus, gan neverbālo un verbālo spriešanu, savukārt, otro faktoru veido kvantitatīvā spriešana, arī apvienojoties ar neverbālo un verbālo spriešanu. Līdz ar to, nav skaidra nodalījuma starp latentajiem mainīgajiem, kas ir šo spēju pamatā, jo fluīdās spriešanas spējas (neverbālā un verbālā) veido nozīmīgus svarus jeb faktorvērtības abos faktoros. Šie rezultāti ļauj izteikt pieņēmumu, ka problēmu risināšanas prasme varētu tikt iekļauta K-H-K modeļa otrajā līmenī kā viena no „g” faktoru pārstāvošām spējām, kas, saskaņā ar teoriju visvairāk korelē tieši ar fluīdo spriešanu (Carroll, 1993).

Kopumā jāsecina, ka, līdzīgi kā iepriekš veiktajos pētījumos, apstiprinās, ka problēmrisināšanas prasmes lielā mērā saistās tieši ar fluīdo spriešanu, turklāt atklāts, ka statistiski nozīmīgas korelācijas pastāv ar vairāku veidu fluīdajām spējām - fluīdo neverbālo, verbālo un kvantitatīvo spriešanu, kā arī ar darba atmiņu. Tā kā faktoru analīze apstiprina, ka nevar skaidri nodalīt problēmu risināšanas prasmes un kognitīvās spējas kā atsevišķus faktorus, tad ir pamats uzskatīt, ka abiem mainīgajiem varētu būt pamatā viens latentais mainīgais, un līdz ar to problēmu risināšanas prasmes varētu tikt pievienotas K-H-K intelekta modelī kā otrā līmeņa plašās spējas. Tomēr, šīs sakarības būtu jāpēta plašākā izlasē un vecumposmos, kā arī pielietojot vairākus kognitīvo spēju testus, lai paaugstinātu secinājumu validitāti.

4.3.Problēmu risināšanas prasmes prognozējošie mainīgie

Paralēli sakarību izpētei, svarīgi noskaidrot arī to, kuri mainīgie vislabāk spēj paredzēt spēju risināt problēmas. Skolas vidē tas ir sevišķi būtiski, jo, zinot, kuras spējas pozitīvi var paredzēt problēmrisināšanas prasmes 16 līdz 19 gadu vecumā, var mērķtiecīgi šīs prasmes attīstīt un pilnveidot jau agrīni, lai skolu beidzot, skolēni būtu jau spējīgi paši veiksmīgāk risināt dažādas kompleksas problēmas. Maz atrodami iepriekš veikti pētījumi, kur analizēts tieši, cik lielā mērā kognitīvās spējas

paredz problēmrisināšanas prasmes (Neubert et al., 2015). Šajā disertācijā regresiju modeļi tika veidoti katram problēmrisināšanas aspektam atsevišķi un kopējam problēmrisināšanas testa rādītājam. Pirmkārt, tika analizēts, kuri mainīgie vislabāk paredzēt problēmrisināšanas zināšanu apguves aspektu, un, kā rāda rezultāti, tad statistiski nozīmīgi vislielāko variācijas daļu izskaidro tieši fluīdā neverbālā spriešana, un verbālā spriešana papildus sniedz tikai nelielu pienesumu. Arī šie iegūtie rezultāti vēlreiz apliecina fluīdās spriešanas izteikto nozīmi problēmu risināšanā. Tomēr statistiski nozīmīgu pienesumu sniedz arī verbālā spriešana, tātad tā arī ir būtiska spēja, kas prognozē to, cik lielā mērā indivīds spēs apgūt problēmas vidi un to izprast. To varētu skaidrot ar to, ka verbālās spriešanas spējas saistāmas ar uzdevuma instrukciju izpratni un valoda ir saistīta ar domāšanas procesu kā tādu. Turklāt verbālo analogiju tests, kas tika lietots pētījumā, atspoguļo tieši spēju veikli izprast sakarības starp dažādiem jēdzieniem, konstruktiem. Tātad, pat ņemot vērā, ka problēmu risināšanas tests ir datorizēts un ar lielā mērā vizuālu vidi, tomēr verbālās spriešanas spējas ir nozīmīgas, lai šo testu veiktu ar labākiem rādītājiem.

Nedaudz atšķirīgs regresiju modelis veidojas, analizējot, kuri mainīgie vislabāk paredz problēmrisināšanas zināšanu pielietošanas aspektu. Līdzīgi, kā iepriekš, vislielāko variācijas daļu izskaidro neverbālā fluīdā spriešana, kas apliecina fluīdās spriešanas nozīmi arī veiklā mērķu sasniegšanā problēmas ietvaros. Atšķirībā no zināšanu apguves aspekta, šeit regresiju modeli statistiski nozīmīgu pienesumu sniedz arī darba atmiņas atjaunināšanas precizitāte, kas pārstāv vadības funkciju mērījumu un pēc būtības ir līdzīga darba atmiņai, tikai ar lielāku dinamiku un prasību pēc spējas ātri pieņemt lēmumu (jo stimuli ātri mainās uz nākamo - sīkāk skatīt metodes daļā). Tātad, zināšanu pielietošanas fāzē veiksmīgi sasniegt uzstādītos mērķus problēmas vidē palīdz tieši spēja ātri atjaunināt pastāvīgi ienākošo jauno informāciju un ātri pieņemt lēmumus, kas attiecas uz šo informāciju. Atšķirībā no citur izpētītā (Bühner, Kröner, & Ziegler, 2008), šajā disertācijā darba atmiņas tipa mērījumi paredz tikai zināšanu pielietošanas aspektu. Līdzīgi kā zināšanu apguves fāzē, arī zināšanu pielietošanai papildus paredzošo pienesumu sniedz verbālā spriešana. Arī attiecībā uz šo problēmrisināšanas aspektu tātad secināms, ka verbālās spriešanas spēja ir būtiska, lai risinātu kompleksas problēmas. Attīstītāka verbālo analogiju izpratne paredz augstākus rādītājus problēmu risināšanas zināšanu pielietošanas jeb mērķu sasniegšanas fāzē.

Tika analizēts arī regresiju modelis attiecībā uz kopējo problēmu risināšanas rādītāju, un nav pārsteidzoši, ka arī kopējam rādītājam vislielāko variācijas daļu spēj paredzēt tieši fluīdās neverbālās spriešanas rādītājs, kas vēlreiz apliecina, cik abas šīs spējas ir cieši saistītas, un apstiprina pētījumā izvirzīto hipotēzi, ka fluīdā neverbālā spriešana visvairāk paredz komplekso problēmu risināšanas prasmju aspektus. Papildus pienesumu sniedz attiecīgi verbālā spriešana un darba atmiņa. Tātad, vēlreiz tiek apstiprināts, ka verbālās spējas (verbālo analogiju izpratne) ir nenoliedzami būtiskas

problēmu risināšanā. Interesanti, ka kopējam rādītājam regresiju modelī iekļaujas darba atmiņa, kas mērīta ar skaitļu virknēm, savukārt, problēmu risināšanas zināšanu pielietojanas aspektam modelī iekļaujas darba atmiņas atjaunināšanas spēja. Visdrīzāk, ka šie rezultāti saistīti ar korelāciju ciešumu, jo darba atmiņas atjaunināšana ciešāk korelē ar zināšanu pielietojanu, salīdzinot ar darba atmiņu. Savukārt, ar kopējo problēmrisināšanas rādītāju statistiski nozīmīgu korelāciju veido tikai darba atmiņa, kas mērīta ar klasisko apgrieztu skaitļu virkņu uzdevumu.

Lai noskaidrotu, vai statistiski iegūtais “g” faktors nozīmīgi paredz problēmrisināšanas prasmes un vai paredz tās vairāk kā atsevišķas kognitīvās spējas, tika veiktas papildus regresiju analīzes, iekļaujot šo kopējo rādītāju. Analizējot veikto regresiju analīžu rezultātus, tika secināts, ka regresijas modeļi ir ar augstāku izskaidrojošu variāciju, ja tajos izmanto katru kognitīvo spēju atsevišķi, nevis kopējo “g” faktoru. To varētu skaidrot fakts, ka konkrētās izlases un izmantotās skalas gadījumā darba atmiņai “g” faktorā bija relatīvi zemāki svāri, kas, iespējams, ietekmēja kopējo “g” faktora iespaidu regresijas modelī. Secināms, ka katrai atsevišķai ar domāšanu saistītai spējai ir savs unikāls pienesums problēmu risināšanas izskaidrošanā, un ir lielāks svārs, zinot, ka kopīgais “g” faktors izskaidro mazāku dispersijas daļu, salīdzinot ar situāciju, ja modelī tiek atsevišķi iekļauti 3 domāšanas mainīgie.

Kopumā jāsecina, ka visus problēmrisināšanas mērījumus visvairāk spēj paredzēt fluīdā neverbālā spriešana, kas apstiprina pētījumā izvirzīto hipotēzi. Un kā papildus prognozējošie mainīgie nāk klāt gan verbālā spriešana, gan darba atmiņas atjaunināšana un darba atmiņa. Kvantitatīvā spriešana nevienā no regresiju modeļiem neuzrādīja statistiski nozīmīgu rezultātu un modeļos netika iekļauta. Tas ir interesanti, jo atsevišķi skatoties, kvantitatīvā spriešana statistiski nozīmīgi korelē ar problēmrisināšanas aspektiem, bet, tiklīdz tiek aprēķināts kopīgais regresiju modelis, kurā iekļauj arī visus pārējos mainīgos, tad jebkāda ietekme, ko varētu papildus pienest kvantitatīvās spriešanas spēja, vairs neparādās. Statistiski aprēķinātais “g” faktors problēmu risināšanu paredz salīdzinoši mazāk kā fluīdā neverbālā spriešana vērtēta atsevišķi. Regresiju modeļi apstiprina arī verbālo spriešanas spēju nozīmi - arī risinot problēmas datorizētā un izteikti vizuālā vidē, līdzīgi - arī mūsdienu ikdienas vide ir piesātināta ar vizuāliem stimuliem. Praktiski, skolas vidē šie rezultāti varētu tikt izmantoti, mērķtiecīgi attīstot tieši verbālo, loģisko jēdzienu un konstruktīvu analīzi, izpratni par dažādām saistībām. Lai arī modernās mācību metodes paredz dažādu vizuālu materiālu un stimulu lietošanu, šajā disertācijā iegūtie rezultāti rāda, cik būtiski ir paralēli veicināt arī verbālās spriešanas spējas - analizējot verbālu informāciju, lasot dažādus specifisku jomu tekstus, instrukcijas un cita veida literatūru. Kopumā rezultāti parāda arī, ka vadības funkcijām, ko mēra tieši EXAMINER, ir minimāla saikne un spēja prognozēt problēmu risināšanas prasmes.

4.4.Problēmrisināšanas prasmju un vadības funkciju savstarpējās sakarības

Kā rāda rezultāti, tad problēmrisināšanas prasmju zināšanu apguves aspektam un vadības funkciju rādītājiem – pārslēgšanās spējai un darba atmiņas atjaunināšanai – korelācijas šīs disertācijas pētījumā nav atklātas. Tas parāda relatīvu nošķirtību starp abiem konstruktiem. Savukārt, problēmu risināšanas zināšanu pielietošana statistiski nozīmīgi saistīta gan ar pārslēgšanās precizitāti, gan ar darba atmiņas atjaunināšanas precizitāti. Kopējais problēmu risināšanas rādītājs nozīmīgi nekorelē ar vadības funkcijām.

Kopumā trūkst pētījumu par komplekso problēmu risināšanu un vadības funkcijām, ar ko tiešā veidā varētu salīdzināt šos jauniegūtos rezultātus, un tas arī veicināja šīs disertācijas temata virzību. Tomēr ir pētījumi par vadības funkcijām un citiem problēmrisināšanas veidiem, kurus var netieši salīdzināt ar šajā disertācijā iegūtajiem rezultātiem. Piemēram, viena pētījuma rezultāti rāda, ka kavēšana un pārslēgšanās neuzrāda statistiski nozīmīgas saistības ar matemātisku problēmu risināšanu (Lee, Ng & Ng, 2009). Savukārt, darba atmiņas atjaunināšanai un matemātisko problēmu risināšanai atklātas nozīmīgas saistības (Lee, Ng & Ng, 2009), līdz ar to parādot līdzīgu tendenci kā šajā disertācijā atklātajos rezultātos. Jaunāki dati parāda, ka vadības funkcijām ir nozīme teikumu jēgas izpratnē (Key-DeLyria & Altmann, 2016), tātad tās varētu veicināt arī noteikumu izpratni problēmrisināšanas prasmju testa uzdevumos, jo instrukcijas ir rakstisku teikumu formā. Tomēr neatbildēts paliek jautājums, kāpēc vadības funkcijas veido sakarības ar problēmu risināšanas zināšanu pielietošanu, bet ne ar zināšanu apguvi. Iespējams, ka problēma ir izlasē, jo varētu pieņemt, ka jaunāka vecumposma bērniem, kamēr vadības funkcijas ir aktīvā attīstībā, šādas sakarības parādītos. Kopumā jāsecina, ka attiecīgajā vecumposmā (16-19 gadi) problēmrisināšanas prasmes un vadības funkcijas ir nošķirami konstrukti, kam pamatā nav kopējs latents mainīgais, turklāt, tikai darba atmiņas atjaunināšana parādās regresiju analīzē, piesaistot statistiski nozīmīgu paredzošo variāciju problēmrisināšanas prasmēm.

4.5.Kognitīvo spēju un vadības funkciju savstarpējās sakarības

Šīs disertācijas pētījumā Kavēšanas rādītāji tika izslēgti no analīzes nepietiekamo psihometrisko rādītāju dēļ. Iepriekš veiktos pētījumos izpētīts, ka šādā vecuma grupā (16-18 gadi) kristalizētā intelekta latentais mainīgais statistiski nozīmīgi korelē ar kavēšanu ($r=0,31$) (Friedman, Miyake, Corley, Young, DeFries & Hewitt, 2006). Savukārt, pētījumi ar jaunāka vecuma bērniem parāda, ka kavēšana neparāda saistību ar kognitīvajām spējām, ja tā mērīta ar pārāk vienkāršu uzdevumu (Brydges, Reid, Fox & Anderson, 2012), līdzīgi tas varētu būt arī šīs disertācijas pētījumā, jo kavēšanas mērījums parāda zemu ticamību un vāju grūtības pakāpi.

Šajā disertācijā izpētīts, ka vadības funkcijas pārslēgšanās aspekts korelē ar fluīdo neverbālo spriešanu, bet ar pārējām kognitīvajām spējām – nē. Pētījumā ar šai disertācijai līdzīgu vecuma grupu (16-18 gadi) kristalizētais intelekts korelē ar pārslēgšanos (Friedman, Miyake, Corley, Young, DeFries & Hewitt, 2006). Citos pētījumos ar jaunākiem bērniem (septiņi gadi), vidēji ciešas nozīmīgas korelācijas atklātas gan starp pārslēgšanos un fluīdo spriešanu, gan verbālajām spējām jeb kristalizēto intelektu (Brydges, Reid, Fox & Anderson, 2012). Kopumā jāsecina, ka pētījumu rezultātus varētu ietekmēt gan vecumposma, gan testa izvēle, gan izlases apjoms, jo tendenču līmenī korelācijas ir līdzīgas kā citos pētījumos, tomēr nesasniedz statistisku nozīmību. Lai gan jaunākie dvīņu pētījumi liecina par to, ka vadības funkcijas var turpināt attīstīties arī no pusaudžu līdz pieaugušo vecumposmam – pārsvarā vides apstākļu dēļ, tomēr kāda pētījuma 840 dalībniekiem individuālā līmenī izmaiņas no 17 līdz 23 gadu vecumam tika novērotas minimāli (Friedman et al., 2016). Līdz ar to secināms, ka spēcīgākas korelācijas varētu uzrādīt tieši bērni vecumposmā līdz 17 gadiem.

Pētījuma rezultāti rāda, ka ar darba atmiņas atjaunināšanas precizitāti statistiski nozīmīgi korelē visi kognitīvo spēju testi. Piemēram, verbālā spriešana, kas mērīta ar verbālo analogiju testu un līdz ar to daļēji mēra gan kristalizēto, gan fluīdo intelektu, korelē ar darba atmiņas atjaunināšanu, kā arī negatīvi korelē ar visu trīs vadības funkciju atbilžu laika mērījumiem, kas nozīmē, ka augstāki verbālās spriešanas rādītāji ir respondentiem, kas vadības funkciju testos reaģējuši ātrāk. Iepriekš izpētīts, ka kristalizētā intelekta latentais mainīgais (kas arī iekļauj verbālās spējas) cieši korelē ar darba atmiņas atjaunināšanas spēju (Friedman, Miyake, Corley, Young, DeFries & Hewitt, 2006). Iepriekš veiktā pētījumā ar dalībniekiem līdzīgā vecumā no 16-18 gadiem atklāts, ka darba atmiņas atjaunināšana visciešāk saistīta ar fluīdo intelektu, savukārt, kavēšana un pārslēgšanās neuzrāda tik ciešas sakarības, analizējot savstarpējās korelācijas starp latentajiem faktoriem, kurus veido dažādie testu uzdevumi (Friedman, Miyake, Corley, Young, DeFries & Hewitt, 2006). Pēc būtības šajā disertācijā iegūtie rezultāti ir līdzīgi, tikai atklātās korelācijas ir salīdzinoši vājākas. Jāuzsver, ka darba atmiņa kā kognitīvā spēja parāda statistiski nozīmīgas korelācijas ar darba atmiņas atjaunināšanu kā vadības funkciju, kas būtu arī sagaidāms, tomēr tās nav izteikti ciešas. Jau teorijas nodaļās diskutēts par abu mainīgo pārklāšanos, tomēr abos minētajos testos šīs spējas ir operacionalizētas atšķirīgi – tiek lietoti atšķirīgi stimuli un atbildes sniegšanas veids, kas var būtiski ietekmēt rādītājus. Var izteikt secinājumu, ka darba atmiņas atjaunināšana kā funkcija ir nozīmīgi iesaistīta visos kognitīvajos procesos, ko arī apstiprina rezultāti – gan korelācijas, gan veiktā faktoru analīze. Un var pat izteikt pieņēmumu, ka šajā disertācijā lietotais darba atmiņas atjaunināšanas uzdevums lielā mērā arī atspoguļo darba atmiņu kā kognitīvo spēju.

Pētījumi ar jaunākiem pirmskolas un sākumskolas vecuma bērniem parādījuši, ka vadības funkcijām ir saistība ar matemātiskajām spējām un agrīni mērītas vadības funkcijas spēj prognozēt

matemātisko sniegumu vēlāk (Fuhs, Nesbitt, Farran & Dong, 2014; Clark, Pritchard & Woodward, 2010). Savukārt, matemātiskai (kvantitatīvai) spriešanai atklātas gandrīz vidēji ciešas sakarības ar atjaunināšanas spēju (Lee, Ng & Ng, 2009). Šajā disertācijā atklāts, ka kvantitatīvā spriešana saistāma gan ar vadības funkciju reakcijas laiku – gan kavēšanas, gan pārslēgšanās mērījumiem, gan precizitāti – darba atmiņas atjaunināšana uzrāda saistības ar kvantitatīvo spriešanu.

Reakcijas laika mērījumi, kas tika ievākti vadības funkciju testiem, netika iekļauti faktoru analīzē un regresiju analīzē, jo pārstāv atšķirīga veida mērījumu, turklāt katra uzdevuma laiks tiek mērīts neatkarīgi no atbildes pareizības, tāpēc nesaskan ar citiem testiem, kuriem tiek mērīta precizitāte jeb pareizo atbilžu skaits. Neskatoties uz to, tālāk iztīrītas arī korelācijas, ko parāda reakcijas laika mērījumi. Kopumā ir loģiski, ka uzdevumu reakcijas laika rezultāti parāda negatīvu saistību ar kognitīvo spēju un vadības funkciju rādītājiem. Tas nozīmē, ka cilvēki, kas parāda augstāku sniegumu kognitīvo spēju uzdevumos, vadības funkciju uzdevumos reaģē ātrāk. Arī citur izpētīts, ka uztveres ātrums nozīmīgi korelē ar visiem trim vadības funkciju veidiem – atjaunināšanu, pārslēgšanos un kavēšanu (Friedman, Miyake, Young, DeFries, Corley & Hewitt, 2008). Arī šajā pētījumā līdzīgi – darba atmiņas atjaunināšanas precizitāte ir negatīvi vidēji cieši saistīta ar tās reakcijas laiku, kas apstiprina arī iepriekš citu pieminēto pētījumu rezultātus un parāda, ka cilvēki, kas parāda augstāku spēju atjaunināt pastāvīgi ienākošo informāciju, spēj arī to izdarīt ātrāk, tātad automātiskāk. Diemžēl netika ievākti rādītāji par dalībnieku bāzes reakcijas laiku, lai tos salīdzinātu ar visu pārējo uzdevumu reakcijas laikiem.

Kopumā rezultāti apliecina, ka saistība kognitīvajām spējām un vadības funkcijām ir tikai daļēja, nav skaidri nodalāmi atsevišķi faktori, kas būtu pamatā šīm spējām, tomēr tās arī neveido vienu faktoru. Rezultāti liek izdarīt secinājumu, ka darba atmiņas atjaunināšana kā spēja ir tuvāka kognitīvajām spējām un intelekta konstruktam kopumā, salīdzinot ar pārslēgšanās spēju. No rezultātiem var izteikt pieņēmumu, ka vadības funkciju tests, kas mēra darba atmiņas atjaunināšanu, mēra darba atmiņu pēc būtības, tātad arī darba atmiņu kā kognitīvo spēju. Rodas pamatots jautājums, vai tiešām tās ir divas atšķirīgas spējas, vai arī tās teorētiski tiek aplūkotas no dažādām pieejām, bet dabā novērojamas kā viena un tā pati spēja? Iepriekš veiktos pētījumos analizēti vadības funkciju un kognitīvo spēju latentie mainīgie (Decker, Hill & Dean, 2007) un rezultāti rāda, ka abiem konstruktiem parādās kopīgas iezīmes arī faktoru līmenī – līdzīgi kā atklāts šajā disertācijā. Tomēr, lai korekti spriestu, vai tiešām kāda no vadības funkcijām varētu tikt saistīta ar intelekta spēju, tā būtu jāpārbauda atsevišķā pētījumā, lietojot vairākus testus katram vadības funkciju veidam.

4.6. Pētījuma ierobežojumi

Vairāki pētījuma ierobežojumi saistībā ar testu ticamību un validitāti diskutēti jau iepriekš. Pirmkārt, vadības funkciju kavēšanas tests parādīja zemu ticamības rādītājus un zemu grūtības pakāpi, tāpēc tālākā analīzē netika iekļauts. Secināts, ka šis tests attiecīgajai vecuma grupai bijis par vienkāršu un neparāda pietiekamu variāciju, kas ietekmē arī tālākos rezultātus. Otrkārt, darba atmiņas tests parādīja salīdzinoši zemāku korelāciju ar pārējiem kognitīvo spēju mērījumiem, ko, iespējams, ir ietekmējis testa formāts, kur pētījuma dalībniekiem bija ne tikai jānosauca dzirdētie skaitļi, bet tie arī jāuzraksta.

Kā vēl viens pētījuma trūkums ir izlases apjoms – sevišķi vadības funkciju mērījumam, ko tehniski nebija iespējams veikt vienā no skolām. Izlašu apjomu ietekmējuši dažādi situatīvi faktori, piemēram, tas, ka visi skolēni nav bijuši skolā visās testēšanas reizēs, un, iztrūkstot kādam no mērījumiem, šāds respondents vairs netiek iekļauts faktoru analīzes aprēķinos. Pētījuma mainīgos būtu jāpēta lielākā izlasē, turklāt nodrošinot, ka visi pētījuma dalībnieki maksimāli piedalās visās testēšanas sesijās. Tas pavērtu iespēju pielietot arī kopēju faktoru analīzi, savstarpēji analizējot visu trīs konstruktus mainīgos. No vienas puses, pētījuma rezultāti jau parāda, ka starp problēmrisināšanas prasmēm un vadības funkcijām ir minimālas sakarības, tomēr, ļoti iespējams, ka rezultāti būtu atšķirīgi lielākā izlasē. Attiecībā uz izlasi, pētījumā varētu tikt nodrošināts arī dzimumu līdzsvars, jo dabisku apstākļu dēļ pētījumā piedalījušās vairāk meitenes, nekā zēni.

Attiecībā uz pētījuma pienesumu problēmrisināšanas prasmju izpētei, ir būtiski, ka tālāk notiktu izpēte attiecībā uz komplekso problēmu risināšanas iekļaušanos K-H-K intelekta modelī. Bet tas būtu jādara plašākā vecumgrupu diapazonā. Tālāki pētījumi varētu vai nu šo pieņēmumu noliegt vai apstiprināt, tādējādi paverot jaunāku skatījumu uz intelekta konstruktus. Tāpat pētījuma mainīgie noteikti būtu jāpēta arī citā vecumposmā, īpaši saistībā ar vadības funkcijām, kuras, ļoti iespējams, parādītu lielāku saistību ar komplekso problēmu risināšanas prasmi un kognitīvajām spējām agrākā vecumposmā, kad šīs prasmes attīstās straujāk. Vidusskolas vecumposms ir ļoti būtisks problēmrisināšanas prasmju apguvē, tomēr vadības funkcijas visvairāk attīstās pirms tam.

4.7. Praktiskais pielietojums

Disertācijas ietvaros tika izpētītas saistības starp problēmrisināšanas prasmēm, kognitīvajām spējām un vadības funkcijām vidusskolas vecuma jauniešiem. Tālāk iztīrāta pētījuma praktiskā pielietojamība un novatoriskā informācija, kas iegūta pētījuma gaitā.

Pirmkārt, pētījumā iegūtie rezultāti var tikt izmantoti psiholoģijas zinātniskajā darbā, attīstot pētījumus par intelektu, intelekta teorijām un saistību ar problēmrisināšanas prasmēm. Tā kā pētījumā atklātas ciešas saiknes starp abiem konstruktiem, tad izteikts pieņēmums, ka problēmu risināšanas

prasmes varētu tikt iekļautas intelekta modelī. Šis pētniecības virziens varētu tikt attīstīts tālāk, lai pavērtu jaunu skatījumu uz intelekta teorijām.

Otrkārt, pētījumā iegūtos rezultātus var plaši pielietot izglītības jomā un mācību darbā. Viens no pētījuma uzdevumiem bija noteikt, kuras spējas vislabāk spēj paredzēt prasmi tikt galā ar problēmām, kas ir tik būtiskas mūsdienu vidē un definēta kā viena no nepieciešamākajām nākotnes spējām. Pētījuma rezultāti apstiprina, cik svarīgi ir attīstīt fluīdo spriešanu un spēju izprast jaunas sakarības un jēdzienus, kā arī uzsver verbālo spēju nozīmi - pat risinot problēmas datorizētā vizuālā vidē. Skolas vidē šos rezultātus varētu izmantot, mērķtiecīgi attīstot tieši fluīdo un verbālo, loģisko jēdzienu un konstruktīvu analīzi, izpratni par dažādām saistībām. Modernās mācību metodes paredz daudz vizuālu materiālu lietošanu, tomēr šajā disertācijā iegūtie rezultāti parāda, cik būtiski ir paralēli veicināt arī verbālās spriešanas spējas - analizēt verbālu informāciju, lasīt instrukcijas un citus specifiska rakstura tekstus.

4.8. Secinājumi

Disertācijas empīriskās daļas galvenie secinājumi (16-19 gadus vecu jauniešu izlasē):

1. Komplekso problēmu risināšanas prasmes ir nozīmīgi saistītas ar visām kognitīvajām spējām (verbālā spriešana, kvantitatīvā spriešana, fluīdā neverbālā spriešana, darba atmiņa) – jo augstākas kognitīvas spējas, jo sagaidāmas augstākas kompleksās problēmu risināšanas prasmes.
2. Komplekso problēmu risināšanas prasmes un kognitīvās spējas vieno kopīgs latentais mainīgais, kas ļauj tālāk diskutēt par problēmrisināšanas prasmju iekļaušanu intelekta modeļos.
3. Komplekso problēmu risināšanas prasmes visvairāk paredz fluīdā neverbālā spriešana, kā arī intelekta „g” faktors. Kopīgā kognitīvo spēju regresijas modelī komplekso problēmu risināšanas prasmes nozīmīgi paredz arī verbālā spriešana un darba atmiņa, bet neparedz kvantitatīvās spriešanas spējas. Kvantitatīvajām prasmēm pašām par sevi ir saistība ar komplekso problēmu risināšanas prasmēm.
4. Komplekso problēmu risināšanas prasmes ir tikai daļēji saistītas ar vadības funkcijām, jo tikai darba atmiņas atjaunināšana paredz komplekso problēmu risināšanas prasmes.
5. Komplekso problēmu risināšanas prasmes un vadības funkcijas nevieno kopīgs latentais mainīgais.
6. Kognitīvās spējas un vadības funkcijas uzrāda atsevišķas nozīmīgas savstarpējās saistības: darba atmiņas atjaunināšana (vadības funkciju mērījums) vienīgā ir nozīmīgi saistīta ar visām mērītajām kognitīvajām spējām (verbālā spriešana, kvantitatīvā spriešana, fluīdā neverbālā

spriešana, darba atmiņa), savukārt, pārslēgšanās spēja korelē tikai ar fluīdo neverbālo spriešanu.

7. Nav skaidri nodalāmi divi atsevišķi statistiski nozīmīgi faktori, kas nošķir vadības funkcijas no kognitīvajām spējām.

Nobeigums

Mūsdienās cilvēkiem nākas risināt aizvien jaunas, kompleksas problēmas, jo strauji mainīgā vide liek attīstīt spēju veiksmīgi adaptēties, mācīties un spēt rast dažādus jaunus risinājumus. Universālas problēmu risināšanas iemaņas un stratēģijas būs būtiskas šodienas pusaudžiem un jauniešiem, lai nākotnē veiksmīgi adaptētos ikdienas dzīvei un dažādu jomu profesijām. Problēmu risināšanas prasmes definētas kā vienas no būtiskām 21.gadsimta prasmēm un to izpētei pēdējos desmit gadus pievērsta pastiprināta uzmanība tādos starptautiskos pētījumu projektos, kā PISA (*Programme for International Student Assessment* - angļu val.) un ATC21S (*Assessment and Teaching of 21st Century Skills* - angļu val.) (OECD, 2013; Funke, 2013; Hesse et al., 2015). Tiek uzsvērts, ka svarīgi ir attīstīt jauniešos universālas problēmrisināšanas iemaņas, lai tie sekmīgi adaptētos dažādu nozaru nākotnes darba vietās, kā arī veiksmīgi risinātu ikdienā sastopamas problēmsituācijas.

Lai gan problēmrisināšanas prasmes ir plaši pētītas izglītības jomā un psiholoģijā, joprojām ir neskaidrības par to, kādas kognitīvās spējas vislabāk spēj prognozēt problēmrisināšanas prasmes un būtu saistāmi ar šo prasmju veiksmīgāku attīstīšanu. Noskaidrojot, kādas spējas visvairāk spēj paredzēt prasmi risināt problēmas, var mērķtiecīgi strādāt ar šo spēju attīstību, lai tālāk sekmētu spēju risināt problēmas. Līdztekus, teorētiski joprojām diskutē par problēmrisināšanas prasmju un intelekta saistību, analizējot, vai problēmrisināšanas prasmes būtu iekļaujamas kognitīvo spēju modeļos. Vēl mazāk pētītas ir komplekso problēmu risināšanas un vadības funkciju sakarības, lai gan teorētiski pieņemts, ka vadības funkcijām ir nozīme problēmu risināšanas spējai (piem., Barkley, 2012). Līdz ar to, šīs disertācijas mērķis bija izpētīt saistības starp komplekso problēmu risināšanas prasmēm un kognitīvajām spējām, starp komplekso problēmu risināšanas prasmēm un vadības funkcijām, un starp kognitīvajām spējām un vadības funkcijām vidusskolas vecuma skolēniem.

Disertācijas empīriskā pētījuma rezultāti apstiprina, ka problēmrisināšanas prasmes cieši saistītas ar kognitīvajām spējām, un lielā mērā saistās tieši ar fluīdo spriešanu, un atklāts, ka statistiski nozīmīgas korelācijas pastāv ar vairāku veidu fluīdajām spējām - fluīdo neverbālo, verbālo un kvantitatīvo spriešanu, kā arī ar darba atmiņu. Veiktā faktoru analīze apstiprina, ka nevar skaidri

nodalīt problēmu risināšanas prasmes un kognitīvās spējas kā atsevišķus faktorus, tāpēc ir pamats uzskatīt, ka abiem konstruktiem varētu būt pamatā viens latentais mainīgais, un problēmu risināšanas prasmes varētu tikt pievienotas K-H-K intelekta modelī kā otrā līmeņa plašās spējas.

Pētījumā atklāts, ka visus problēmrisināšanas rādītājus visvairāk spēj prognozēt tieši fluīdā neverbālā spriešana. Kā papildus prognozējošie mainīgie nāk klāt verbālā spriešana, darba atmiņas atjaunināšana un darba atmiņa, bet ne kvantitatīvā spriešana. Pētījuma rezultāti liek uzsvērt arī verbālo spēju nozīmi, jo pat risinot problēmas datorizētā, vizuālā vidē, šīm spējām ir nozīme rezultāta sasniegšanā. Arī mūsdienu ikdienas vide jauniešiem ir piesātināta ar vizuāliem stimuliem, kas tiek daudz izmantoti arī mācībās. Disertācijas rezultāti skolas vidē būtu izmantojami, mērķtiecīgi strādājot ar verbālo un loģisko jēdzienu izpratni, un dažādu saistību analīzi. Iegūtie rezultāti rāda, ka būtiski ir paralēli fluīdo neverbālo spēju attīstīšanai veicināt arī verbālās spriešanas spējas. Kopumā rezultāti parāda arī to, ka vadības funkcijām, ir minimāla saikne un spēja prognozēt kompleksās problēmu risināšanas prasmes.

Izmantotās literatūras saraksts

- Akshoomoff, N., Newman, E., Thompson, W. K., McCabe, C., Bloss, C. S., Chang, L., Amaral, D. G., Casey, B. J., Ernst, T. M., Frazier, J. A., Gruen, J. R., Kaufmann, W. E., Kenet, T., Kennedy, D. N., Libiger, O., Mostofsky, S., Murray, S. S., Sowell, E. R., Schork, N., Dale, A. M., & Jernigan, T. L. (2014). The NIH Toolbox Cognition Battery: Results From a Large Normative Developmental Sample (PING). *Neuropsychology*, 28 (1), 1–10. doi: 10.1037/neu0000001
- Anderson, P. (2002). Assessment and Development of Executive Function (EF) During Childhood. *Child Neuropsychology: A Journal on Normal and Abnormal Development in Childhood and Adolescence*, 8 (2), 71-82. doi: 10.1076/chin.8.2.71.8724
- Anderson, R. J., Simpson, A. C., Channon, S., Samuel, M., & Brown, R. G. (2012). Social Problem Solving, Social Cognition, and Mild Cognitive Impairment in Parkinson's Disease. *Behavioral Neuroscience*, 127(2), 184 –192. doi: 10.1037/a0030250
- Baddeley, A. D., & Hitch, G. (1974). Working memory. In G.H. Bower (Ed.), *The psychology of learning and motivation: Advances in research and theory* (Vol. 8, pp. 47–89). New York: Academic Press.
- Baddeley, A. D., & Logie, R. H. (1999). Working memory: The multiple component model. In A. Miyake & P. Shah (Eds.) *Models of working memory: Mechanisms of active maintenance and executive control* (pp. 28-61). New York: Cambridge University Press.

- Barkley, R. (2012). *Executive Functions: What They Are, How They Work, and Why They Evolved*. New York: The Guilford Press.
- Beckmann, J. F., & Guthke, J. (1995). Complex problem solving, intelligence, and learning ability. In P. A. Frensch & Joachim Funke (Eds.) *Complex Problem Solving: The European Perspective* (pp.177-200). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Brody, N. (2000). History of Theories and Measurements of Intelligence. In R. J. Sternberg (Ed.) *Handbook of Intelligence* (pp.16-33). Cambridge: Cambridge University Press.
- Brydges, C. R., Reid, C. L., Fox, A. M., & Anderson, M. (2012). A unitary executive function predicts intelligence in children. *Intelligence*, 40, 458–469.
- Bühner, M., Kröner, S., & Ziegler, M. (2008). Working memory, visual–spatial intelligence and their relationship to problem-solving. *Intelligence*, 36(6), 672–680. doi: 10.1016/j.intell.2008.03.008
- Carroll, J. B. (1993). *Human Cognitive Abilities: A Survey of Factor-Analytic Studies*. New York: Cambridge University Press.
- Clark, C. A. C., Pritchard, V. E., & Woodward, L. J. (2010). Preschool Executive Functioning Abilities Predict Early Mathematics Achievement. *Developmental Psychology*, 46 (5), 1176 – 1191 doi: 10.1037/a0019672
- Collins English Dictionary. Complete and Unabridged*, 12th Edition (2014). HarperCollins Publishers, <http://www.collinsdictionary.com/>
- Crawford, S. & Channon, S., (2002). Dissociation between performance on abstract tests of executive function and problem solving in real-life-type situations in normal aging. *Aging & Mental Health*, 6(1), 12–21. doi: 10.1080/1360786012010113 0
- D’Zurilla, T. J. (1984). This Week’s Citation Classic. *Current Contents*, 50, 24-24.
- D’Zurilla, T. J., Chang, E. C., Nottingham, E. J., & Faccini, L. (1998). Social problem-solving deficits and hopelessness, depression, and suicidal risk in college students and psychiatric inpatients. *Journal of Clinical Psychology*, 54 (8), 1091-1107.
- D’Zurilla, T. J., & Goldfried, M. R. (1971). Problem solving and behavior modification. *Journal of Abnormal Psychology*, 78 (1), 107-126. <http://dx.doi.org/10.1037/h0031360>
- Danner, D., Hagemann, D., Schankin, A., Hager, M., & Funke, J. (2011). Beyond IQ. A latent state trait analysis of general intelligence, dynamic decision making, and implicit learning. *Intelligence*, 39, 323-334.
- Danner, D., Hagemann, D., Holt, D.V., Hager, M., Schankin, A., Wüstenberg, S., & Funke, J. (2011). Measuring performance in dynamic decision making: reliability and validity of the Tailorshop simulation. *Journal of Individual Differences*, 32(4), 225–233. doi: 10.1027/1614-0001/a000055

- Davidson, J. E., & Downing, C. L. (2000). Contemporary models of Intelligence. In R. J. Sternberg (Ed.) *Handbook of Intelligence* (pp.34-52). Cambridge: Cambridge University Press.
- Decker, S. L., Hill, S. K., & Dean, R. S. (2007). Evidence of construct similarity in executive functions and fluid reasoning abilities. *International Journal of Neuroscience*, 117 (6), 735-748
- Delis, D. C., Kaplan, E., & Kramer, J. H. (2001). *Delis-Kaplan Executive Function System*. San Antonio: The Psychological Corporation.
- Domino, G., & Domino, M. L. (2006). *Psychological Testing: An Introduction*. 2nd Edition. Cambridge: Cambridge University Press. [dx.doi.org/10.1017/CBO9780511813757](https://doi.org/10.1017/CBO9780511813757).
- Ericsson, K. A. (2003). The Acquisition of Expert Performance as Problem Solving: Construction and Modification of Mediating Mechanisms Through Deliberate Practice. In J. E. Davidson & R. J. Sternberg (Eds.) *The Psychology of Problem Solving* (pp. 31-86). New York: Cambridge University Press.
- Eseryel, D., Law, V., Ifenthaler, D., Ge, X., & Miller, R. (2014). An Investigation of the Interrelationships between Motivation, Engagement, and Complex Problem Solving in Game-based Learning. *Educational Technology & Society*, 17 (1), 42–53.
- EXAMINER (2011). *Executive Abilities: Measures and Instruments for Neurobehavioral Evaluation and Research. User Manual (EXAMINER)*. Memory and Aging Center, NIH Institute, University of California, San Francisco. (Electronic issue)
- Fischer, A., Greiff, S., & Funke, J. (2012). The Process of Solving Complex Problems. *The Journal of Problem Solving*, 4 (1), 19-42.
- Frensch, P. A., & Funke, J. (1995). Definitions, Traditions and a General Framework for Understanding Complex Problem Solving. In P. A. Frensch & J. Funke (Eds.) *Complex Problem Solving: the European Perspective* (pp.3-26). New York: Lawrence Erlbaum Associates.
- Friedman, N. P., Habersick, B. C., Willcutt, E. G., Miyake, A., Young, S. E., Corley, R. P., & Hewitt, J. K. (2007). Greater Attention Problems During Childhood Predict Poorer Executive Functioning in Late Adolescence. *Psychological Science*, 18 (10), 893-900.
- Friedman, N. P., Miyake, A., Altamirano, L. J., Corley, R. P., Young, S. E., Rhea, S. A. , & Hewitt, J. K. (2016). Stability and Change in Executive Function Abilities From Late Adolescence to Early Adulthood: A Longitudinal Twin Study. *Developmental Psychology*, 52 (2), 326-340. doi: 10.1037/dev0000075.
- Friedman, N. P., Miyake, A., Corley, R. P., Young, S. E., DeFries, J. C., & Hewitt, J. K. (2006). Not All Executive Functions Are Related to Intelligence. *Psychological Science*, 17 (2), 172-179.

- Friedman, N. P., Miyake, A., Young, S. E., DeFries, J. C., Corley, R. P., & Hewitt, J. K. (2008). Individual Differences in Executive Functions Are Almost Entirely Genetic in Origin. *Journal of Experimental Psychology*, 137 (2), 201–225. doi:10.1037/0096-3445.137.2.201
- Fuhs, M. W., Nesbitt, K. T., Farran, D. C., & Dong, N. (2014). Longitudinal Associations Between Executive Functioning and Academic Skills Across Content Areas. *Developmental Psychology*, 50 (6), 1698–1709. <http://dx.doi.org/10.1037/a0036633>
- Funke, J. (2013). Human Problem Solving in 2012. *The Journal of Problem Solving*, 6 (1), 2-19.
- Garon, N., Bryson, S. E., & Smith, I. M. (2008). Executive function in preschoolers: A review using an integrative framework. *Psychological Bulletin*, 134, 31–60. doi:10.1037/0033-2909.134.1.31
- Georgiev, N. (2008). Item Analysis of C, D and E Series from Raven's Standard Progressive Matrices with Item Response Theory Two-Parameter Logistic Model. *Europe's Journal of Psychology*, 4 (3).
- Getzels, J. W. (1979). Problem Finding: a Theoretical Note. *Cognitive Science*, 3, 167-172.
- Gioia, G. A., Isquith, P. K., Guy, S. C., & Kenworthy, L. (2000). *Behavior Rating Inventory of Executive Function*. Lutz, FL: Psychological Assessment Resources.
- Goldstein, S., Naglieri, J. A., Princiotta, D., & Otero, T. M. (2014). Introduction: A History of Executive Functioning as a Theoretical and Clinical Construct. In S. Goldstein & J. A. Naglieri (Eds.) *Handbook of Executive Functioning*. Springer: New York. (pp. 3-12)
- Grant, M., Ponsford, J., & Bennett, P. C. (2012). The application of Goal Management Training to aspects of financial management in individuals with traumatic brain injury. *Neuropsychological Rehabilitation*, 22(6), 852– 873. doi:10.1080/09602011.2012.693455
- Greiff, S. , Holt, D. V., & Funke, J. (2013). Perspectives on problem solving in educational assessment: Analytical, interactive, and collaborative problem solving. *Journal of Problem Solving*, 5 (2), 71-91.
- Greiff, S., Fischer, A., Wüstenberg, S., Sonnleitner, P., Brunner, M., & Martin, R. (2013). A multitrait-multimethod study of assessment instruments for complex problem solving. *Intelligence*, 41 (5), 579-596.
- Greiff, S., Kretschmar, A., Müller, J. C., Spinath, B., & Martin, R. (2014). The Computer-Based Assessment of Complex Problem Solving and How It Is Influenced by Students' Information and Communication Technology Literacy. *Journal of Educational Psychology*, 106 (3), 666–680. doi: 10.1037/a0035426
- Greiff, S., Wüstenberg, S., Molnár, G., Fischer, A., Funke, J., & Csapó, B. (2013). Complex problem solving in educational contexts—Something beyond g: Concept, assessment, measurement invariance, and construct validity. *Journal of Educational Psychology*, 105 (2), 364-379.

- Griffin, P., Care, E., & McGaw, B. (2012). The changing role of education and schools. In Griffin, P., Care, E., & McGaw, B. *Assessment and Teaching of 21st Century Skills*. Dordrecht, Springer. (pp.1-15).
- Hesse, F., Care, E., Buder, J., Sassenberg, K. & Griffin, P. (2015). A Framework for Teachable Collaborative Problem Solving Skills. In P. Griffin & E. Care (eds.) *Assessment and Teaching of 21st Century Skills: Methods and Approach. Educational Assessment in an Information Age*. Springer Science+Business Media. Dordrecht. (pp. 37-56.)
- Hunt, E. (2011). *Human intelligence*. Cambridge University Press: New York.
- Ivanova, L., Plauca, I., Sebre, S., & Rascevska, M. (2016). Reliability and validity of the Latvian version of the computerized executive functions test “EXAMINER” in a students sample: results of the pilot study”, *Proceedings of the International Scientific Conference SOCIETY. INTEGRATION. EDUCATION, Volume I*, May 27th - 28th, 2016. 368-376
- Ivanova, L. & Raševska, M. (2012). Wise Female Students’ Characteristics Evaluated by Themselves and Peers. *Baltic Journal of Psychology*, 13 (1).
- Key-DeLyria, S. E., & Altmann, L. J. P. (2016). Executive Function and Ambiguous Sentence Comprehension. *American Journal of Speech-Language Pathology*, 25 (2), 252-267. doi: 10.1044/2015_AJSLP-14-0111.
- Koczwara, A., Patterson, F., Zibarras, L., Kerrin, M., Irish, B., & Wilkinson, M. (2012). Evaluating cognitive ability, knowledge tests and situational judgement tests for postgraduate selection. *Medical Education*, 46 (4), 399-408.
- Kramer, J. H. (2014). Special Series Introduction: NIH EXAMINER and the Assessment of Executive Functioning. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 20, 8-10. doi: 10.1017/S1355617713001185
- Kretschmar, A., Neubert, J. C., Wüstenberg, S., & Greiff, S. (2016). Construct validity of complex problem solving: A comprehensive view on different facets of intelligence and school grades. *Intelligence*, 54, 55–69. <http://doi.org/10.1016/j.intell.2015.11.004>
- Kretschmar, A., & Süß, H. M. (2015). A study on the training of complex problem solving competence. *Journal of Dynamic Decision Making*. <http://doi.org/10.11588/jddm.2015.1.15455>
- Lee, K., Bull, R. & Ho, R. M. H. (2013). Developmental Changes in Executive Functioning. *Child Development*, 84 (6), 933-1953.
- Lee, K., Ng, E. L., & Ng, S. F. (2009). The Contributions of Working Memory and Executive Functioning to Problem Representation and Solution Generation in Algebraic Word Problems. *Journal of Educational Psychology*, 101(2), 373–387. 0022-0663/09/\$12.00 DOI: 10.1037/a0013843

- LZA Terminoloģijas komisija. *Akadēmiskā terminu datubāze*.
<http://termini.lza.lv/term.php?term=atjaunin%C4%81%C5%A1ana&lang=LV> Izgūts
 20.01.2017.
- McGrew, K. S. (2009). CHC theory and the human cognitive abilities project: Standing on the shoulders of the giants of psychometric intelligence research. *Intelligence*, 37, 1–10.
- McGrew, K.S., & Flanagan, D.P. (1998). *The intelligence test desk reference (ITDR): Gf-Gc Cross-Battery assessment*. Boston: Allyn & Bacon.
- Miotto, E. C., Evans, J. J., Souza de Lucia, M. C., & Scaff, M. (2009). Rehabilitation of executive dysfunction: A controlled trial of an attention and problem solving treatment group. *Neuropsychological Rehabilitation*, 19(4), 517– 540. doi:10.1080/09602010802332108
- Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., Howerter, A., & Wager, T. D. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex “frontal lobe” tasks: A latent variable analysis. *Cognitive Psychology*, 41, 49–100.
- Naglieri, J. A., & Goldstein, S. (2014a). Assessment of Executive Function Using Rating Scales: Psychometric Considerations. In S. Goldstein & J. A. Naglieri (Eds.) *Handbook of Executive Functioning*. Springer: New York. (pp. 159-170)
- Naglieri, J. A., & Goldstein, S. (2014b). Using the Comprehensive Executive Function Inventory (CEFI) to Assess Executive Function: From Theory to Application. In S. Goldstein & J. A. Naglieri (Eds.) *Handbook of Executive Functioning*. Springer: New York. (pp. 223-244)
- Nathanson, A. I., Aladé, F., Sharp, M. L., Rasmussen, E. E., & Christy, K. (2014). The Relation Between Television Exposure and Executive Function Among Preschoolers. *Developmental Psychology*, 50 (5), 1497–1506. doi: 10.1037/a0035714
- Neubert, J. C., Kretzschmar, A., Wüstenberg, S., Greiff, S. (2014). Extending the Assessment of Complex Problem Solving to Finite State Automata: Embracing Heterogeneity. *European Journal of Psychological Assessment*, 1(1), 1–14 dx.doi.org/10.1027/1015-5759/a000224
- Neubert, J. C., Kretzschmar, A., Wüstenberg, S., & Greiff, S. (2015). Extending the assessment of complex problem solving to finite state automata: Embracing heterogeneity. *European Journal of Psychological Assessment*, 31(3), 181–194. <https://doi.org/10.1027/1015-5759/a000224>
- Newell, A., & Simon, H. A. (1972). *Human Problem Solving*. Englewood Cliffs, NJ., Prentice Hall.
- Nezu, A. M., Nezu, C. M., & D'Zurilla, T. (2012). *Problem-Solving Therapy. A Treatment Manual*. Springer Publishing Company: New York.
- Novick, L. R., & Bassok, M. (2005). Problem solving. In K. J. Holyoak, R. G. Morrison (Eds.), *The Cambridge handbook of thinking and reasoning* (pp. 321-349). University Press: Cambridge, NY.

- OECD (2010). *Framework for PISA 2012 Problem Solving*. The organisation for Economic Co-operation and Development.
- OECD. (2013). *PISA 2012 Assessment and Analytical Framework*. Paris: Organisation for Economic Co-operation and Development.
- Possin, K. L., Lamarre, A. K., Wood, K. A., Mungas, D. M., & Kramer, J. H. (2013). Ecological Validity and Neuroanatomical Correlates of the NIH EXAMINER Executive Composite Score. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 19, 1–9. doi:10.1017/S1355617713000611
- Pretz, J. E., Naples, A. J., & Sternberg, R. J. (2003). Recognizing, Defining and Representing Problems. In J. E. Davidson & R. J. Sternberg (Eds.) *The Psychology of Problem Solving* (pp. 3-30). New York: Cambridge University Press.
- Raven, J. C. (1958). *Standart Progressive Matrices*. London: H. K. Lewis.
- Raven, J. C. (2000). The Raven's progressive matrices: change and stability over culture and time. *Cognitive Psychology*, 41 (1), 1-48.
- Salthouse, T. A., & Pink, J. E. (2008). Why is working memory related to fluid intelligence? *Psychonomic Bulletin review*, 15 (2), 364-371. doi:10.3758/PBR.15.2.364
- Satterthwaite, T. D., Wolf, D. H., Erus, G., Rupare, K., Elliott, M. A., Gennatas, E. D., Hopson, R., Jackson, C., Prabhakaran, K., Bilker, W. B., Calkins, M. E., Loughhead, J., Smith, A., Roalf, D. R., Hakonarson, H., Verma, R., Davatzikos, C., Gur, R. C., & Gur, R. E. (2013). Functional Maturation of the Executive System during Adolescence. *Journal of Neuroscience*, 33(41), 16249-16261.
- Saygili, G. (2014). Problem-solving Skills Employed by Gifted Children and Their Peers in Public Primary Schools in Turkey. *Social Behavior and Personality*, 42, 53-64. <http://dx.doi.org/10.2224/sbp.2014.42.0.S53>
- Schneider, W. J., & McGrew, K. (2012). The Cattell-Horn-Carroll model of intelligence. In, D. Flanagan & P. Harrison (Eds.), *Contemporary Intellectual Assessment: Theories, Tests, and Issues (3rd ed.)* (p. 99-144). New York: Guilford.
- Schneider, W. J., & McGrew, K. S. (2013). Individual Differences in the Ability to Process Information. In B. J. Irby, G. Brown, R. Lara-Alecio & S. Jackson (Eds.) *The Handbook of Educational Theories*. pp.767-782 Information Age Publishing, Inc.
- Schweizer, Wüstenberg, S., & Greiff, S. (2013). Validity of the MicroDYN approach: Complex problem solving predicts school grades beyond working memory capacity. *Learning and Individual Differences*, 24, 42-52.

- Stadler, M., Becker, N., Gödker, M., Leutner, D., & Greiff, S. (2015). Complex problem solving and intelligence: A meta-analysis. *Intelligence*, 53, 92-101. doi:10.1016/j.intell.2015.09.005
- Toplak, M. E., Sorge, G. B., Benoit, A., West, R. F., & Stanovich, K. E. (2010). Decision-making and cognitive abilities: A review of associations between Iowa Gambling Task performance, executive functions, and intelligence. *Clinical Psychology Review*, 30, 562–581.
- Van der Elst, W., Ouweland, C., van Rijn, P., Lee, N., Van Boxtel, M., Jolles, J. (2013). The shortened Raven Standard Progressive Matrices: item response theory-based psychometric analyses and normative data. *Assessment*, 20(1), 48-59. doi: 10.1177/1073191111415999.
- Wasserman, J. D. (2012). The History of Intelligence Assessment: An Unfinished Tapestry. In D. P. Flanagan & P. L. Harrison (Eds.) *Contemporary Intellectual Assessment: Theories, Tests, and Issues* (pp.3-55). New York: The Guilford Press.
- Watts, K., Baddeley, A., & Williams, M. (1982). Automated tailored testing using Raven matrices and the Mill Hill vocabulary tests: a comparison with manual administration. *International journal of man-Machine studies*, 17, 331-344.
- Wild, K. V., & Musser, E. D. (2014). The Cambridge Neuropsychological Test Automated Battery. In S. Goldstein & J. A. Naglieri (Eds.) *Handbook of Executive Functioning* (pp. 171-190). Springer: New York.
- Woodcock, R. W., McGrew, K. S., & Mather, N. (2001). *Woodcock-Johnson III Tests of cognitive abilities*. Itasca, IL: Riverside Publishing.
- Wytek, R., Opgenoorth, E., & Presslich, O. (1984). Development of a new shortened version of Raven's matrices test for application and rough assessment of present intellectual capacity within psychopathological investigation. *Psychopathology*, 17(2), 49-58. <http://dx.doi.org/10.1159/000284003>.
- Zelazo, P. D., Carter, A., Reznick, J. S., & Frye, D. (1997). Early Development of Executive Function: A Problem-Solving Framework. *Review of General Psychology*, 1(2), 198-226.
- Zinbarg, R. E., Revelle, W., Yovel, I., & Li, W. (2005). Cronbach's α , Revelle's β , and McDonald's ω : their relations with each other and two alternative conceptualizations of reliability. *Psychometrika*, 70(1), 123–133.
- Zook, N. A., Davalos, D. B., DeLosha, E. L., & Davis, H. P. (2004). Working memory, inhibition, and fluid intelligence as predictors of performance on Tower of Hanoi and London tasks. *Brain and Cognition*, 56, 286–292.

Summary

The aim of this dissertation was to study complex problem solving skills, their relation to cognitive abilities and executive functions, as well as relation between cognitive abilities and executive function, in high school students aged sixteen to nineteen.

Nowadays, people are forced to solve novel problems, adapt more efficiently and faster to new surroundings and job requirements. Problem solving is defined as one of the crucial skills of the 21st Century and it is included in worldwide studies and projects, such as PISA (*Programme for International Student Assessment*) and ATC21S (*Assessment and Teaching of 21st Century Skills*) (OECD, 2013; Funke, 2013; Hesse et al., 2015). It is being stressed that young people have to develop universal problem solving skills and strategies, so they can adapt to various work tasks in the future (as job demands are changing rapidly in many sectors), as well as to be able to solve everyday problems that they may encounter.

Problemsolving is widely studied in fields of education and psychology, though it is still unclear which abilities can predict these skills the best. By finding that out, education systems will be able to aimfully work with and develop those specific skills that can further foster development of complex problem solving skills. Previous studies have focused a lot on fluid nonverbal reasoning and its relation to complex problem solving, therefore it was an aim of this study to also include other fluid abilities, such as verbal reasoning, quantitative reasoning and also working memory. There is also an ongoing discussion regarding construct similarity of problem solving and intelligence and it is analyzed, whether problem solving should be placed among cognitive abilities as second stratum ability in CHC model. Relation between complex problem solving and executive functions is not widely studied, though theoreticians state that executive functions are crucial to be able to solve problems and keep goal directed behaviour (e.g., Barkley, 2012), so it has to be examined empirically.

Empirical part of this dissertation consists of three studies. First of them aimed to examine relationship between complex problem solving and cognitive abilities, and had 148 participants (92 female) aged 16-19 years. Complex problem solving computerized test MicroFIN (Neubert, Kretzschmar, Wüstenberg & Greiff, 2014), originally created cognitive ability tests Verbal reasoning, Quantitative reasoning and Working memory, also short version of Raven matrices (Raven, 1958; Georgiev, 2008) were used in the study. Second study aimed to test relationship between complex problem solving and executive functions and 74 students (53 female) aged 16 to 19 years participated in the study. They were tested with MicroFIN for their complex problem solving skills, and with Latvian version of EXAMINER executive abilities' tests for inhibition, set shifting and working memory updating (Possin, Lamarre, Wood, Mungas, & Kramer, 2013; Ivanova, Plauca, Sebre &

Rascevska, 2016). Third study aimed to assess relation between cognitive abilities and executive functions, and 83 students (57 female) aged 16-19 participated in the study.

Results of these studies confirm tight relation between complex problem solving skills (CPS) and cognitive abilities, especially fluid reasoning. Significant correlations are discovered between CPS and fluid nonverbal, verbal and quantitative reasoning, and working memory. Factor analysis show that CPS and cognitive abilities cannot be clearly divided as two separate factors, thus indicating that a common latent variable may be underlying both of them, and it is possible to place complex problem solving skills among cognitive abilities in CHC model.

Results indicate that fluid nonverbal reasoning has the ability to mostly predict problem solving skills. Also, verbal reasoning, working memory and working memory updating have a certain influence, but not quantitative reasoning. These results emphasize the meaning of verbal abilities because they have an influence even in a test with visual environment. In modern environment, students are often surrounded by visual information, but these results suggest that verbal reasoning skills should not be forgotten, on contrary – they have to be fostered by teaching how to comprehend and analyse complex verbal material and logical relations. Overall, the results show that executive functions have weak relation to complex problem solving.

Pielikumi

1.pielikums

Disertācijas ietvaros izstrādātais un lietotais „Verbālo analogiju tests”

Verbālās analogijas

Starp vārdiem pirmajā pāēr katrā piemērā pastāv kāda loģiska sakarība. Līdzīgai sakarībai jāveidojas starp diviem vārdiem otrajā pāēr.

Piemēram, „*suns* un *kucēns*” ir līdzīgi kā „*govs* un *teļš*” vai „*melns* un *balts*” ir līdzīgi kā „*nakts* un *diena*”. Tev ir jāsaprot, kāda ir sakarība katrā piemērā un jāizdomā, kāds vārds iederas otrajā pāēr.

Uzraksti vārdu, kas iederas otrajā vārdu pāēr katrā piemērā!

Pildi piemērus kārtas secībā, sākot ar pirmo!

1.	<i>sniegs</i> un <i>slēpot</i>	<i>ledus</i> un ...	
2.	<i>ūdens</i> un <i>caurules</i>	<i>elektrība</i> un ...	
3.	<i>televizors</i> un <i>attēls</i>	<i>radio</i> un ...	
4.	<i>astoņi</i> un <i>skaitļa vārds</i>	<i>lepns</i> un ...	
5.	<i>koks</i> un <i>dēļi</i>	<i>aita</i> un ...	
6.	<i>karsts</i> un <i>silts</i>	<i>auksts</i> un ...	
7.	<i>zirgs</i> un <i>dzīvnieks</i>	<i>puķe</i> un ...	
8.	<i>arhitekts</i> un <i>rasēt</i>	<i>ķirurgs</i> un ...	
9.	<i>mākslinieks</i> un <i>glezna</i>	<i>zinātnieks</i> un ...	
10.	<i>rakstīt</i> un <i>griezt</i>	<i>pildspalva</i> un ...	
11.	<i>attālums</i> un <i>metrs</i>	<i>spriegums</i> un ...	
12.	<i>noziegums</i> un <i>darbs</i>	<i>sods</i> un ...	
13.	<i>aizbraukt</i> un <i>prom</i>	<i>atnākt</i> un ...	
14.	<i>kvadrāts</i> un <i>diagonāle</i>	<i>aplis</i> un ...	
15.	<i>zāles</i> un <i>slimība</i>	<i>likumi</i> un ...	
16.	<i>kvieši</i> un <i>milti</i>	<i>kartupeļi</i> un ...	
17.	<i>tilts</i> un <i>krasti</i>	<i>gājēju pāreja</i> un ...	
18.	<i>cilvēks</i> un <i>dators</i>	<i>smadzenes</i> un ...	
19.	<i>riņķis</i> un <i>kvadrāts</i>	<i>lode</i> un ...	
20.	<i>gulēt</i> un <i>nogurums</i>	<i>pieteikties darbam</i> un ...	

Disertācijas ietvaros izstrādātais un lietotais „Kvantitatīvās spriešanas tests”

Kvantitatīvā spriešana**Instrukcija**

Skaitļi katrā piemērā veido kādu loģisku sakarību. Sakarības var būt ļoti dažādas. Tev jāizdomā, kāds skaitlis iederas tukšajā rūtiņā un tas jāieraksta!

Aplūko zemāk redzamos paraugus, kā testu pildīt.

Paraugs nr.1:

4	6
5	

Šajā piemērā brīvajā vietā iederas skaitlis „7”, jo $4+1$ ir 5, savukārt $6+1$ ir 7 vai arī $4+2=6$ un $5+2=7$.

Atbilde ieraksti tukšajā rūtiņā:

4	6
5	7

Paraugs nr.2:

2	4	6	8	
---	---	---	---	--

Šajā piemērā tukšajā vietā iederas skaitlis „10”, jo $8+2$ ir 10.

Atbilde ieraksti tukšajā rūtiņā:

2	4	6	8	10
---	---	---	---	-----------

Pāršķir lapu tikai tad, kad tiks atļauts sākt testu!

Pildi piemērus kārtas secībā, sākot ar pirmo!

1.

8	4
2	

2.

45	15
15	

3.

21	42
63	

4.

74	68	61	53	
----	----	----	----	--

5.

1	4	8	13	
---	---	---	----	--

6.

2	4	12	48	
---	---	----	----	--

7.

14	12	8	16	14	10	18	
----	----	---	----	----	----	----	--

8.

3	19	27	31	
---	----	----	----	--

9.

80		55	41	26
----	--	----	----	----

10.

60	30	10	2,5	
----	----	----	-----	--

11.

	24	8	2	72	36	12	3
--	----	---	---	----	----	----	---

12.

3	8	14	6	16	28	12	
---	---	----	---	----	----	----	--

13.

12	8	4
6	4	
3	2	1

14.

6	7	8
12	14	16
24	28	

15.

21	36	51
28	43	58
35	50	

16.

99	91	82
90	81	70
80	70	

Disertācijas ietvaros izstrādātais un lietotais stimulmateriāls testam „Darba atmiņas tests”

Apgrieztās skaitļu virknes

Tu dzirdēsi secīgi nosauktus skaitļus. Tev uzmanīgi tos jānoklausās un tajā brīdī tu nedrīksti tos pierakstīt!

Kad visi skaitļi būs nosaukti, tad dzirdētā skaitļu virkne ir jāuzraksta, bet pretējā secībā. Skaitļu virknes būs dažāda garuma.

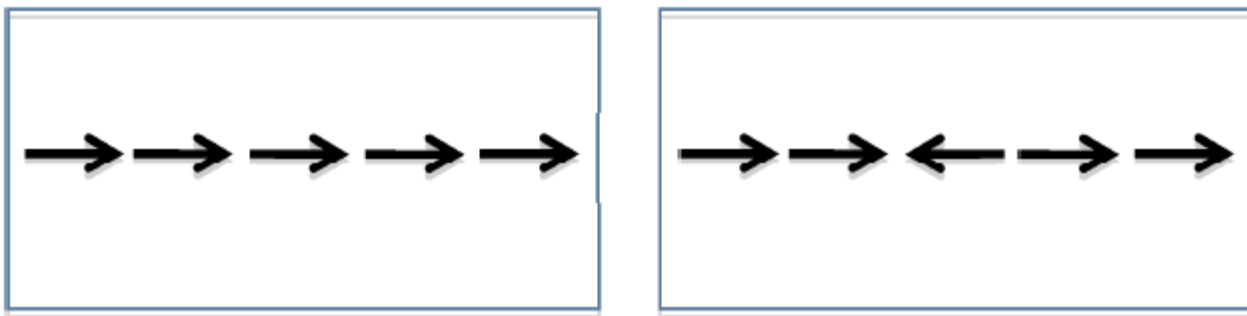
Piemēram, ja tiek nosaukti skaitļi „3 7 2”, tad tev jāraksta atbilde „2 7 3”.

Atceries – skaitļi jāraksta PRETĒJĀ secībā, nekā tiek nosaukts!
Atbildi tik daudz, cik spēj atcerēties.

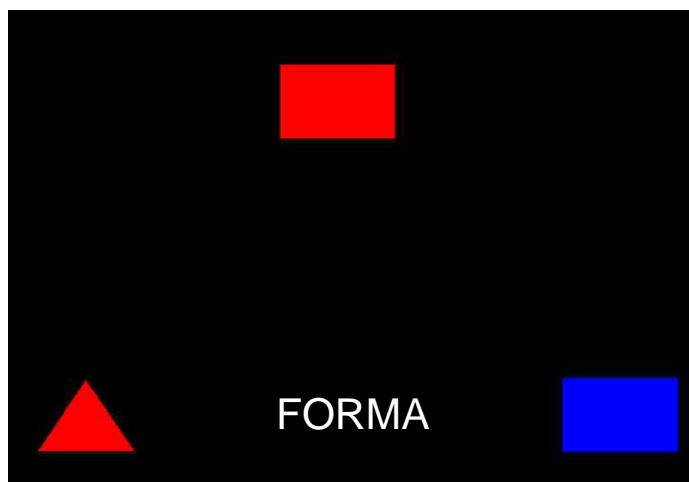
Pirmais (0.piemērs) būs izmēģinājuma piemērs.

Nr.	Uzdevums	Pareizā atbilde	Punkti
0.	Piemēra uzdevums 5-1-9	9-1-5	Netiek vērtēts!
1.	4-7-3	3-7-4	0, 1 vai 2 kopā par diviem piemēriem
2.	2-8-1	1-8-2	
3.	3-7-2-5	5-2-7-3	
4.	6-8-4-9	9-4-8-6	
5.	3-7-1-5-9	9-5-1-7-3	
6.	8-2-4-6-7	7-6-4-2-8	
7.	9-1-3-5-4	4-5-3-1-9	
8.	1-8-6-2-5	5-2-6-8-1	
9.	5-9-2-4-1-7	7-1-4-2-9-5	
10.	3-5-8-2-6-1	1-6-2-8-5-3	
11.	9 -1-5-3-7-8-4	4-8-7-3-5-1-9	
12.	4-3-6-2-8-5-1	1-5-8-2-6-3-4	

Vadības funkciju datorizētā testa EXAMINER uzdevumu piemēri



1. attēls. Kavēšanas spējas „Flanker task” testa piemēri: saskaņotais piemērs (pa kreisi) un nesaskaņotais piemērs (pa labi)



2.attēls. Pārslēgšanās spējas „Set shifting” testa piemērs, kurā augšā esošā figūra jāsalīdzina ar apakšā esošajām figurām, balsoties uz formu.

1.tabula. Verbālo analoģiju testa pantu aprakstošās statistikas rādītāji (n=221)

Nr.	Pirmais vārdu pāris	Otrais vārdu pāris jeb uzdevums	Grūtības indekss (M)	SD	Panta korelācija ar skalas summu (<i>Corrected Item-Total correlation</i>)
1.	<i>sniegs un slēpot</i>	<i>ledus un ...</i>	0,87	0,34	0,40
2.	<i>ūdens un caurules</i>	<i>elektrība un ...</i>	0,91	0,29	0,33
3.	<i>televizors un attēls</i>	<i>radio un ...</i>	0,90	0,30	0,31
4.	<i>astoņi un skaitļa vārds</i>	<i>lepns un ...</i>	0,74	0,44	0,45
5.	<i>koks un dēļi</i>	<i>aita un ...</i>	0,75	0,43	0,42
6.	<i>karsts un silts</i>	<i>auksts un ...</i>	0,81	0,40	0,41
7.	<i>zirgs un dzīvnieks</i>	<i>puķe un ...</i>	0,78	0,42	0,38
8.	<i>arhitekts un rasēt</i>	<i>ķirurgs un ...</i>	0,82	0,38	0,30
9.	<i>mākslinieks un glezna</i>	<i>zinātnieks un ...</i>	0,75	0,43	0,39
10.	<i>rakstīt un griezt</i>	<i>pildspalva un ...</i>	0,67	0,47	0,53
11.	<i>attālums un metrs</i>	<i>spriegums un ...</i>	0,58	0,49	0,40
12.	<i>noziegums un darbs</i>	<i>sods un ...</i>	0,54	0,50	0,57
13.	<i>aizbraukt un prom</i>	<i>atnākt un ...</i>	0,52	0,50	0,31
14.	<i>kvadrāts un diagonāle</i>	<i>aplis un ...</i>	0,54	0,50	0,43
15.	<i>zāles un slimība</i>	<i>likumi un ...</i>	0,44	0,50	0,14
16.	<i>kvieši un milti</i>	<i>kartupeļi un ...</i>	0,48	0,50	0,24
17.	<i>tilts un krasti</i>	<i>gājēju pāreja un ...</i>	0,40	0,49	0,35
18.	<i>cilvēks un dators</i>	<i>smadzenes un ...</i>	0,32	0,47	0,42
19.	<i>riņķis un kvadrāts</i>	<i>lode un ...</i>	0,64	0,48	0,42
20.	<i>gulēt un nogurums</i>	<i>pieteikties darbam un ...</i>	0,06	0,24	0,19

2.tabula. Kvantitatīvās spriešanas testa pantu aprakstošās statistikas rādītāji (n=232)

Panta nr.	Grūtības indekss (M)	SD	Panta korelācija ar skalas summu (<i>Corrected Item- Total correlation</i>)
1.	0,51	0,50	0,40
2.	0,48	0,50	0,53
3.	0,52	0,50	0,34
4.	0,72	0,45	0,34
5.	0,78	0,42	0,42
6.	0,67	0,47	0,41
7.	0,67	0,47	0,49
8.	0,52	0,50	0,49
9.	0,48	0,50	0,51
10.	0,62	0,49	0,48
11.	0,48	0,50	0,45
12.	0,18	0,38	0,26
13.	0,87	0,34	0,31
14.	0,78	0,42	0,24
15.	0,74	0,44	0,29
16.	0,20	0,40	0,40

3.tabula. Darba atmiņas testa pantu aprakstošās statistikas rādītāji (n=231)

Pantu pāra nr.	Grūtības indekss (M)	SD	Panta korelācija ar skalas summu (<i>Corrected Item-Total correlation</i>)
1.	0,98	0,11	0,05
2.	0,84	0,28	0,34
3.	0,69	0,36	0,53
4.	0,65	0,38	0,46
5.	0,35	0,37	0,49
6.	0,18	0,31	0,37

4.tabula. Fluīdās neverbālās spriešanas testa (Reivena testa saīsinātās versijas) pantu aprakstošās statistikas rādītāji (n=222)

Nr.	Grūtības indekss (M)	SD	Panta korelācija ar skalas summu (<i>Corrected Item- Total correlation</i>)
1.	0,96	0,19	0,17
2.	0,67	0,47	0,29
3.	0,51	0,50	0,40
4.	0,56	0,50	0,32
5.	0,35	0,48	0,38
6.	0,47	0,50	0,42
7.	0,28	0,45	0,25
8.	0,10	0,30	0,19
9.	0,78	0,42	0,32
10.	0,77	0,42	0,44
11.	0,71	0,45	0,40
12.	0,66	0,48	0,48
13.	0,77	0,42	0,51
14.	0,65	0,48	0,49
15.	0,35	0,48	0,42
16.	0,18	0,39	0,33
17.	0,43	0,50	0,28
18.	0,41	0,49	0,47
19.	0,32	0,47	0,42
20.	0,23	0,42	0,33

5.tabula. Komplekso problēmu risināšanas testa MicroFIN pantu aprakstošās statistikas rādītāji
(n=224)

	Nr.	Grūtības indekss (M)	SD	Panta korelācija ar skalas summu (<i>Corrected Item- Total correlation</i>)
Zināšanu apguve	1.	0,26	0,36	0,44
	2.	0,49	0,42	0,41
	3.	0,43	0,45	0,47
	4.	0,63	0,36	0,23
	5.	0,15	0,26	0,42
	6.	0,16	0,26	0,45
Zināšanu pielietošana	7.	0,49	0,30	0,45
	8.	0,60	0,32	0,53
	9.	0,55	0,31	0,47
	10.	0,56	0,29	0,52
	11.	0,43	0,31	0,45
	12.	0,14	0,23	0,37